МАРОЧНИК СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ

70-летию ЦНИИТМАШ посвящается

МАРОЧНИК СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ

СОСТАВИТЕЛИ:

Колосков М.М. канд. техн. наук,
Долбенко Е.Т. д-р техн. наук,
Каширский Ю.В. канд.физ.-мат. наук,
Астахов Ю.И., Герасимов В.И. канд. техн. наук,
Голеньшина Л.Г. канд. техн. наук, Григорьева Н.Н.,
Гудков В.Н. канд. техн. наук,
Дегтярев А.Ф. канд. техн. наук, Жаров В.В.,
Кириллова О.М. канд. техн. наук,
Клауч Д.Н. канд. техн. наук,
Кузнецов Е.В. канд. техн. наук, Меньшова Н.Ф.,
Митина Е.Н., Петропавловская З.Н. д-р техн. наук,
Русинова И.Н. канд. техн. наук, Рязанова Е.Д.,
Скоробогатых В.Н. канд. техн. наук,
Томина С.П., Тыкачинская Т.В. канд. техн. наук,
Широлапова Т.Б.



Москва «Машиностроение» 2001

МАРОЧНИК СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ

Под редакцией заслуженного деятеля науки РФ,
д-ра техн. наук, проф.
А.С. Зубченко



Москва «Машиностроение» 2001

УДК [621.002.3-034.14:006](035)
ББК 34.431я2
М28

Марочник сталей и сплавов / М.М. Колосков, Е.Т. Долбенко, Ю.В. Каширский и др.; Под общей
М28 ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2001. 672 с.: илл.

ISBN 5-217-02992-7

Содержит около 450 марок сталей и сплавов черных металлов. Для каждой марки указаны назначения, химический состав, механические свойства в зависимости от состояния поставки, температуры испытаний, режимов термообработки, поперечного сечения заготовок, места направления вырезки образца, технологические свойства.

Приведены системы маркировки сталей по Евронормам и национальным стандартам. В приложениях даны физические свойства; механические свойства в зависимости от температур: отпуска, испытания, ковочных; жаропрочные свойства; марки, свойства и области применения электротехнических сталей; зарубежные материалы, близкие по химическому составу к отечественным; перевод твердости по Бринеллю, Роквеллу, Виккерсу и Шору.

Для конструкторов, технологов, металловедов, исследователей и других специалистов всех отраслей машиностроения, может быть полезен студентам вузов.

ББК 34.431я2

ISBN 5-217-02992-7

© Издательство "Машиностроение", 2001

СОДЕРЖАНИЕ

Введение ... 11
Условные обозначения ... 13
Перечень сокращений ... 14
Технологические свойства ... 15
Системы маркировки сталей в различных странах ... 20
Система маркировки сталей в России и других странах СНГ ... 20
Конструкционные стали ... 20
Инструментальные стали ... 22
Коррозионно-стойкие стали ... 22
Система маркировки сталей по Евронормам ... 23
Наименование сталей ... 23
Порядковые номера ... 27
Система маркировки сталей в США ... 28
Система обозначений AISI ... 28
Система обозначений ASTM ... 30
Универсальная система обозначений UNS ... 30
Система маркировки сталей в Японии ... 31
Конструкционные стали ... 31
Инструментальные стали ... 32
Коррозионно-стойкие стали ... 32
Жаропрочные стали ... 32
Автоматизированные банки данных по свойствам машиностроительных и энергетических материалов ... 33
Общие положения ... 33
Сравнительные характеристики существующих АБД ... 34
Основные свойства создаваемого банка данных и его системы управления ... 37
Структура банка ... 37
Формы сбора информации ... 51
Программное обеспечение банка. Взаимодействие пользователя с банком ... 51
Перспектива развития системы ... 52
Стали и сплавы ... 55
Раздел 1. Стали и сплавы конструкционные ... 56
Стали углеродистые обыкновенного качества ... 56
Ст0 ... 56
Ст2кп ... 57
Ст2пс ... 58
Ст2сп ... 59
Ст3кп ... 60
Ст3пс ... 61
Ст3сп ... 63
Ст3Гпс ... 65
Ст3Гсп ... 66
Ст5пс ... 67
Ст5сп ... 68
Ст6пс ... 70
Ст6сп ... 71
Стали углеродистые качественные ... 72
08кп ... 72
08 ... 73
10кп ... 75
10 ... 76
15кп ... 78
15 ... 79
20кп ... 81
20 ... 82
20-ПВ ... 85
20-III ... 86
25 ... 87
30 ... 89
35 ... 91
40 ... 93
45 ... 95
50 ... 97
55 ... 99
60 ... 101
75 ... 103
85 ... 104
15К ... 105
16К ... 106
18К ... 107
20К ... 108
22К ... 109
А12 ... 110
А20, А30 ... 111
А35, А40Г ... 112
ОС ... 113

Стали низколегированные 114
09Г2 114
10Г2 115
15ГС 116
16ГС 118
17ГС 120
17Г1С 121
20ГС 122
25ГС 123
09Г2С 124
10Г2С1 127
18Г2С 129
18ГФпс 130
10ХСНД 131
14ХГС 133
15ХСНД 134
15Г2БМ 136
18Г2АФпс 137
16ГНМА 138
14Х2ГМР, 14ХМНДФР 139
Стали легированные 140
15Х 140
20Х 141
30Х 142
35Х 143
38ХА 144
40Х 145
45Х 146
50Х 147
15Г 148
20Г 149
30Г 150
40Г 151
45Г 152
50Г 153
23Г2А 154
35Г2 155
40Г2 156
45Г2 157
50Г2 158
26Г2С 159
05Г4ДМФ 160
05Г4МНФ 161
10ГН2МФА, 10ГН2МФА-ВД, 10ГН2МФА-Ш 163
08ГДНФ 164
09Н2МФБА-А 165
18ХГТ 167
20ХГР 168
30ХГТ 169
25ХГМ 170
30Х2ГМТ 171
15ХФ 172
33ХС 173
38ХС 174
40ХС 175
22Х3М 176
30ХМ, 30ХМА 177
32ХМ1А 178
34ХМА 179
35ХМ 180
40ХФА 181
30Х3МФ 182
13Н5А 183
20ХН 184
40ХН 185
45ХН 186
20ХНР 187
12ХН2 188
12ХН3А 189
20ХН3А 190
30ХН3А 191
15Х2НМФА 192
15Х2НМФА-А, 15Х2НМФА класс 1 193
12Х2Н4А 194
20Х2Н4А 195
25ХГСА 196
30ХГС, 30ХГСА 198
30ХГСН2А (30ХГСНА) 199
35ХГСА 200
20ХГНР 201
38ХГН 202
34ХН1М, 34ХН1МА 203
30ХН2МА 205
34ХН3М, 34ХН3МА 206
38ХН3МА 208
38Х2Н2МА (38ХНМА) 209
14Х2Н3МА 210
38Х2Н3М 211
40ХН2МА (40ХНМА) 212

40Х2Н2МА (40Х1НВА) 213
18Х2Н4МА 214
35ХН1М2ФА 215
25Х2НМФА 216
30ХН2МФА 217
25ХН3МФА 218
35ХН3МФА 219
26ХН3М2ФА 221
30ХН3М2ФА 222
12Х2НВФА 223
36Х2Н2МФА (36ХН1МФА) 224
38ХН3МФА 225
20ХН4ФА 226
38Х2МЮА (38ХМЮА) 227
12МХ 228
15ХМ 230
20ХМ 231
12Х1МФ (ЭИ 575) 232
12Х1МФ-ПВ 233
13Х1МФ (14Х1ГМФ, ЦТ 1) 234
15Х1М1Ф 235
12Х2МФСР 236
25Х1МФ (ЭИ 10) 237
25Х1М1Ф (Р2, Р2МА) 238
25Х2М1Ф (ЭИ 723) 239
20Х1М1Ф1ТР (ЭП 182) 240
20Х1М1Ф1БР (ЭП 44) 241
20Х3МВФ (ЭИ 415, ЭИ 579) 242
15Х5М (12Х5МА, Х5М) 243
15Х5ВФ 244
Стали целевого назначения 245
65Г 245
50ХФА 246
55С2 247
60С2, 60С2А 248
60С2Г 249
65С2ВА 250
70С2ХА 251
ШХ15 252
ШХ15СГ 253
95Х18 (9Х18, ЭИ 229) 254
Стали и сплавы высоколегированные, коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные 255
10Х9МФБ (ДИ 82) 255
10Х12НД 256
06Х12Н3Д 257
08Х13 (0Х13, ЭИ 496) 258
10Х12Н3М2ФА(Ш), 10Х12Н3М2ФА-А(Ш) 259
12Х13 (1Х13) 260
20Х13 (2Х13) 262
30Х13 (3Х13) 264
40Х13 (4Х13) 265
08Х14МФ 266
03Х14ГНФ-ВИ 268
10Х14Г14Н4Т (Х14Г14Н3Т, ЭИ 711) 269
04Х14Н5МГТЮ 270
05Х14Н5ДМ 271
06Х15Н6МБФ 273
08Х17Т (0Х17Т, ЭИ 645) 274
12Х17 (Х17, ЭЖ 17) 275
14Х17Н2 (1Х17Н2, ЭИ 268) 276
10Х17Н13М2Т (Х17Н13М2Т, ЭИ 448) 277
10Х17Н13М3Т (Х17Н13М3Т, ЭИ 432) 278
015Х18М2Б-ВИ (ЭП 882-ВИ) 280
01Х18М2Т-ВИ 281
12Х18Н9 (Х18Н9) 282
12Х18Н9Т (Х18Н9Т) 284
17Х18Н9 (2Х18Н9) 286
08Х18Н10 (0Х18Н10) 288
08Х18Н10Т (0Х18Н10Т, ЭИ 914) 290
12Х18Н10Т 292
12Х18Н12Т (Х18Н12Т) 294
06ХН46Б (ЭП 350) 295
ХН70БДТ (ЭК 59) 296
06ХН28МДТ (0Х23Н28М3Д3Т, ЭИ 943) 297
08Х21Н6М2Т (0Х21Н6М2Т, ЭП 54) 298
08Х22Н6Т (0Х22Н5Т, ЭП 53) 300
03Х24Н6АМ3 (ЭИ 130) 301
03Х8СЮЦ (ЭП 889) 302
40Х9С2 (4Х9С2, ЭСХ 8) 303

40Х10С2М (4Х10С2М, ЭИ 107) 304
12Х13Г12АС2Н2 (ДИ 50) 305
10Х13Г12БС2Н2Д2 (ДИ 59) 306
36Х18Н25С2 (4Х18Н25С2, ЭЯ 3С) . 307
01Х19Ю3БЧ-ВИ (02Х18Ю3Б-ВИ, ЭП 904-ВИ) 308
20Х20Н14С2 (Х20Н14С2, ЭИ 211) .. 309
05ХН46МВБЧ (ДИ 65) 310
ХН59ВГ-ИД (ЭК 82-ИД) 311
20Х23Н13 (Х23Н13, ЭИ 319) 312
20Х23Н18 (Х23Н18, ЭИ 417) 313
03Х23Н28Ю4Т (ЭК 86) 314
15Х25Т (Х25Т, ЭИ 439) 315
20Х25Н20С2 (Х25Н20С2, ЭИ 283) .. 316
03Х25Н25Ю5ТЛ 317
13Х11Н2В2МФ-Ш (ЭИ 961-Ш) 318
15Х11МФ (1Х11МФ) 319
15Х11МФБ (1Х11МФБ) 320
12Х11В2МФ (типа ЭИ 756) 321
18Х11МНФБ (2Х11МФБН, ЭП 291) 322
15Х12ВНМФ (ЭИ 802, ЭИ 952) 323
18Х12ВМБФР-Ш (ЭИ 993-Ш) 324
20Х12ВНМФ (ЭП 428) 325
37Х12Н8Г8МФБ (ЭИ 481) 326
1Х14Н14В2М (ЭИ 257) 327
09Х14Н19В2БР (ЭИ 695Р) 328
09Х14Н19В2БР1 (ЭИ 726) 329
10Х15Н9С3Б1-Ш (ЭИ 302-Ш) 330
08Х15Н24В4ТР (ЭП 164) 331
45Х14Н14В2М (ЭИ 69) 332
08Х16Н9М2 (Х16Н9М2) 333
08Х16Н13М2Б (ЭИ 405, ЭИ 680) ... 334
Х16Н16МВ2БР (ЭП 184) 335
10Х16Н14В2БР (1Х16Н14В2БР, ЭП 17) 336
3Х16Н22В6Б (ЦЖ 13) 337
31Х19Н9МВБТ (ЭИ 572) 338
Сплавы на железоникелевой основе 339
ХН35ВТ (ЭИ 612) 339
ХН35ВТК (ЭИ 612К) 340
ХН35ВТЮ (ЭИ 787) 341
ХН35ВТР (ЭИ 725) 342
Сплавы на никелевой основе 343
ХН78Т (ЭИ 435) 343
ХН60ВТ (ЭИ 868) 345
ХН67ВМТЮ (ЭП 202, ЭИ 445Р) 346
ХН77ТЮР (ЭИ 437Б) 347
ХН80ТБЮ (ЭИ 607) 349
ХН80ТБЮА (ЭИ 607А) 350
ХН65ВМТЮ (ЭИ 893) 351
ХН70ВМЮТ (ЭИ 765) 353
ХН70ВМТЮ (ЭИ 617) 354
ХН73МБТЮ (ЭИ 698) 355
ХН75ВМЮ (ЭИ 827) 356
ХН65КВЮТБ (ЦЖ 24) 357
ХН65КМВЮБ-ВД (ЭП 800-ВД) 358
ХН60КВЮМБ-ВД (ЭП 957-ВД) 359
ХН55ВМТКЮ-ВД (ЭИ 929-ВД) 360
ХН65КВМЮТБ-ВД (ЭК 78-ВД) 361
Раздел 2. Стали инструментальные 362
Стали углеродистые и легированные 362
У7, У7А 362
У8, У8А 364
У10, У10А 366
У12, У12А 367
9ХС 368
ХВГ 369
Стали штамповые 370
Х12 370
Х12Ф1 371
Х12МФ 372
Х12ВМФ 373
7Х3 374
5ХГМ 375
5ХНМ 377
5ХНМ2 378
4ХМФС (40ХСМФ) 379
7ХГ2ВМФ 380
4Х5В2ФС (ЭИ 958) 381
4Х4ВМФС (ДИ 22) 382
5Х3В3МФС (ДИ 23) 384

4Х5МФС 386
3Х2МНФ 387
5Х2МНФ 388
27Х2Н2М1Ф 389
27Х2Н2МВФ 390
3Х2Н2МВФ 391
3Х3М3Ф 392
4Х3ВМФ (ЗИ 2) 393
4Х5МФ1С (ЭП 572) 394
6Х6В3МФС (55Х6В3СМФ, ЭП 569) 395
8Х4В2МФС2 (ЭП 761) 396
11Х4В2МФ3С2 (ДИ 37) 397
Стали валковые 398
9Х1 (9Х) 398
9Х2 399
9Х1Ф (90ХФ) 400
9Х2МФ 401
9ХСВФ 402
9Х2СВФ 403
9Х2В 404
55Х 405
60ХГ 406
50ХН 407
60ХН 408
45ХНМ 409
75ХМ 410
75ХМФ 411
90ХМФ 412
7Х2СМФ 413
Стали быстрорежущие 414
11Р3АМ3Ф2 414
Р6М5 415
Р6М5К5 416
Р9М4К8 417
Р18 418
Р6М5К5-МП (ДИ 101-МП) 419
Р6М5Ф3-МП (ДИ 99-МП) 420
Р12МФ5-МП (ДИ 70-МП) 421
Р12М3К5Ф2-МП (ДИ 103-МП) 422
Раздел 3. Стали и сплавы для отливок 423
Стали для отливок 423
15Л 423
20Л 424
25Л 425
30Л 426
35Л 427
40Л 428
45Л 429
50Л 430
70Л 431
20ГЛ 432
35ГЛ 433
45ГЛ 434
32Х06Л 435
40ХЛ 436
70ХЛ 437
45ФЛ 438
20ГСЛ 439
30ГСЛ 440
80ГСЛ 441
20ХМЛ 442
35ХМЛ 443
35ХНЛ 444
40ХНЛ 445
15Г2ХФЛ 446
20ГСФЛ 447
35ХГСЛ 448
25Х2НМЛ 449
27ХН2МФЛ 450
30ХНМЛ 451
08ГДНФЛ 452
05Г4ДМФЛ 453
05Г4ДНФЛ 454
05Г4МНФЛ 455
08Г2ДНФЛ 456

14Х2ГМРЛ 457
15Х2М2ФБСЛ (ПЗЛ) 458
30ХГФРЛ 459
110Г13Л 460
110Г13ХМЛ 461
110Г13Х2БРЛ 462
130Г14ХМФАЛ 463
150ХНМЛ 464
250Х25В3ТЛ 465
15Х13Л 466
20Х13Л 467
15Х14НЛ 468
06Х12Н3ДЛ 469
08Х14НДЛ 471
10Х12НДЛ 472
10Х13Н3МБЛ 473
06Х14Н5ДМФЛ 474
08Х15Н4ДМЛ 475
08Х18Н4М2БЛ 476
10Х18Н3Г3Д2Л 477
05Х26Н6М2Д2АБФЛ 478
08Х18Н6М2Д4АФБЛ 479
15Х25ТЛ 480
10Х18Н9ТЛ 481
12Х18Н9ТЛ 482
12Х18Н12М3ТЛ 483
40Х9С2Л 484
10Х21Н5ТЛ (Х21Н5ТЛ) 485
40Х24Н12СЛ (ЭИ 316Л) 486
20Х20Н14С2Л (Х20Н14С2Л) 487
35Х23Н7СЛ 488
20Х25Н19С2Л 489
12МХЛ 490
14ХМТЛ 491
15Х1М1ФЛ 492
20ХМФЛ 493
20Х5МЛ 494
15Х6СМТЛ (Х6СМТЛ) 495
15Х11МФБЛ (1Х11МФБЛ, Х11ЛА) 496
20Х12ВНМФЛ (15Х12ВНМФЛ, Х11ЛБ, ЭИ 802Л) 497
30Х16Н22В6БЛ (ЦЖ 13Л) 498
31Х19Н9МВБТЛ (ЭИ 572Л) 499
20Х25Н13АТЛ 500
Сплавы на никелевой основе для отливок 501
ХН65ВМТЮЛ (ЭИ 893Л) 501
ХН70КВМЮТ (ЦНК 17П) 503
ХН60КВМЮТБ (ЦНК 21П) 504
ХН64ВМКЮТ (ЗМИ 3) 506
ХН65ВКМБЮТ (ЭИ 539ЛМУ) 508
ХН60КВМЮТ (ЦНК 7П) 510
ХН58ВКМТЮБ (ЦНК 8МП) 512
ХН65КМВЮТ (ЖС 6К) 514
Приложения 516
1. Физические свойства 516
2. Полосы прокаливаемости 537
3. Механические свойства в зависимости от температуры отпуска 552
4. Механические свойства в зависимости от температуры испытания 562
5. Механические свойства в зависимости от ковочных температур 596
6. Жаропрочные свойства 607
7. Марки, свойства и области применения электротехнических сталей 616
8. Зарубежные материалы, близкие по химическому составу к отечественным 620
9. Перевод твердости по Бринеллю, Роквеллу, Виккерсу и Шору 644
10. Перечень государственных стандартов на сортамент материалов, представленных в Марочнике 654
Перечень использованных стандартов 658
Литература 663

ВВЕДЕНИЕ

Марочник отечественных сталей и сплавов, разработанный на основе материалов, созданных и накопленных в ЦНИИТМАШе, учитывает многолетний опыт работы крупнейших предприятий тяжелого, энергетического, транспортного и других отраслей машиностроения.

Марочник построен по принципу применения и содержит сведения о химическом составе, механических свойствах и твердости в зависимости от размера поковки (отливки или детали) и режимов термической обработки; параметры ковочных, литейных свойств и обрабатываемости резанием; характеристики свариваемости, флокеночувствительности, склонности к отпускной хрупкости, а также некоторые справочные данные по механическим свойствам в зависимости от температур отпуска, испытания и ковки, по пределу выносливости при отрицательных температурах, релаксационной стойкости, длительной прочности, ползучести, жаростойкости, коррозионной стойкости; даются сведения о зарубежных материалах, близких по химическому составу к отечественным.

Кроме того в приложениях к Марочнику приведены характеристики физических свойств, диаграммы прокаливаемости конструкционных марок сталей и таблица перевода твердостей.

В Марочнике учтены, как обязательные, требования стандартов, на которые имеются ссылки в тексте. Требования, согласованные между поставщиком и заказчиком и включенные в соответствующие Технические условия, могут быть дополнены путем соответственно оформленного согласования.

В Марочник внесены некоторые новые марки сталей и сплавов, исследования и разработка которых закончена, но они еще не имеют оформленных технических условий.

По вопросам номенклатуры марок сталей и сплавов, их химического состава, гарантированного уровня механических свойств, а также режимов технологических процессов (ковки, термической обработки и др.) Марочник является рекомендуемым материалом при проектировании машин и изготовлении поковок, отливок, деталей машин и сварных конструкций и может быть полезен как справочный материал для инженеров-конструкторов, технологов и металловедов.

Сведения по каждой марке стали и сплава располагаются на одной, двух или трех страницах. На них представлены следующие данные: обозначение марки стали или сплава; вид поставки, т.е. стандарт или технические условия; химический состав; температура критических точек; механические свойства при 20 °С в зависимости от поперечного сечения обрабатываемой поковки (отливки) и режима термической обработки; основное назначение марки стали или сплава; предел выносливости при изгибе и кручении.

Кроме того для многих марок приведены также релаксационная стойкость; свойства при длительных сроках службы; чувствительность к охрупчиванию при старении; коэффициент чувствительности к надрезу; термическая усталость; жаростойкость; коррозионные свойства и т.д.

Механические свойства материалов при комнатной температуре сопровождаются ссылками на соответствующие ГОСТы, ОСТы или ТУ. В случае, если ТУ отсутствуют, устарели или неизвестны, либо сведения взяты из отчетов или технической литературы, в графе НД пишется "Данные ЦНИИТМАШ".

Все стандарты на сортамент вынесены в отдельное приложение, это позволило избежать повторений их на каждой странице справочника.

В связи с тем, что в основных зарубежных стандартах и в большинстве отечественных и зарубежных справочников принят порядок, при котором в перечне химического состава материала сера и фосфор идут непосредственно после раскислителей (кремний, марганец), в Марочнике использован аналогичный порядок элементов.

Химический состав стали или сплава собственного производства определяется по плавочной (ковшевой) пробе, отбираемой при разливке стали в соответствии с ГОСТ 7565-81, а химический состав и марка стали проката - по сертификату металлургического завода.

Химический анализ производится в соответствии с ГОСТ 12344-88 – ГОСТ 12365-84.

Значения механических свойств проката, поковок и отливок, приведенные в Марочнике, являются минимальными и должны гарантироваться при выполнении установленной технологии.

Значения механических свойств поковок, приведенные в Марочнике, при отсутствии соответствующих указаний, получены при испытании продольных образцов.

При испытании тангенциальных, поперечных или радиальных образцов допускается снижение норм механических свойств в соответствии с ГОСТ 8479-70.

Приведенные для некоторых марок сталей или сплавов значения механических свойств, полученные при испытании тангенциальных, поперечных или радиальных образцов, относятся преимущественно к поковкам типа дисков, роторов, крупных колец и т.д. и характеризуют свойства тех частей поковки, из которых вырезаны пробы для испытания.

Вырезка образцов из сплошных поковок цилиндрической и призматической формы производится на расстоянии 1/3 радиуса или 1/6 диагонали от наружной поверхности, а из пустотелых или рассверленных поковок с толщиной стенки до 100 мм – на расстоянии 1/2 толщины стенки поковки, при толщине стенки свыше 100 мм – на расстоянии 1/3 толщины стенки поковки от поверхности.

Значения механических свойств поковок из конструкционных марок сталей (Приложение № 1 ГОСТ 8479-70), приведены в соответствии с требованиями табл. 2 ГОСТ 8479-70 для соответствующей категории прочности.

Механические свойства поковок из марок сталей, не вошедших в Приложение № 1 ГОСТ 8479-70, даны на основании обобщения опыта заводов отрасли.

Объем, нормы и порядок контроля механических свойств и приемки поковок устанавливаются в соответствии с ГОСТ 8479-70.

Значения механических свойств отливок, изготовленных из углеродистых, легированных и высоколегированных марок сталей и сплавов, относятся к образцам, вырезанным из отдельно отливаемых пробных брусков или из приливных проб после их соответствующей термической обработки, и характеризуют свойства термически обработанных по тому же режиму отливок с толщиной стенки до 100 мм.

Нормы механических свойств отливок с толщиной стенки более 100 мм в необходимых случаях должны устанавливаться техническими условиями.

Приведенные в Марочнике режимы термической обработки, ковки и других технологических процессов являются рекомендуемыми и могут корректироваться заводскими технологами в зависимости от химического состава плавки, требований, предъявляемых к обрабатываемым поковкам или отливкам, оборудования производственных цехов и др.

Объем, нормы и порядок контроля и приемки отливок устанавливаются в соответствии с требованиями ГОСТ 977-88.

Испытания образцов проведены в соответствии с ГОСТами: на растяжение – по ГОСТ 1497-84 на цилиндрических образцах пятикратной длины с диаметром расчетной части 10 мм. Допускается применение образцов пятикратной длины с диаметром расчетной части 6 или 5 мм (это специально оговаривается);

на ударную вязкость – по ГОСТ 9454-78 на образцах типа 1;

на определение предела выносливости (усталости) – по ГОСТ 25.502-79;

на холодный изгиб при отсутствии специальных указаний в чертеже или технических условий (производятся на образцах размерами 10×20×160 мм) – по ГОСТ 14019-80;

на ползучесть – по ГОСТ 3248-81;

на длительную прочность – по ГОСТ 10145-81;

гидравлические испытания труб – по ГОСТ 3845-75;

труб на сплющивание – по ГОСТ 8695-75;

труб на раздачу – по ГОСТ 8694-75;

труб на бортование – по ГОСТ 8693-80;

труб на загиб – по ГОСТ 3728-78.

Определение твердости, как правило, проводится на приборе Бринелля по ГОСТ 9012-59, на приборе Роквелла – по ГОСТ 9013-59 и 8.064-94, на приборе Виккерса – по ГОСТ 2999-75.

Для определения твердости крупных деталей допускается применение приборов ударного действия.

Твердость валков холодной прокатки и других деталей с высокой твердостью определяется прибором Шора по ГОСТ 23273-78.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

$\sigma_в$ - временное сопротивление (предел прочности при разрыве);

$\sigma_в^с$ - предел прочности при сжатии;

$\sigma_и$ - предел прочности при изгибе;

$\tau_{пч}$ - предел прочности при кручении;

$\sigma_т$ - предел текучести физический (нижний предел текучести);

$\sigma_{0,05}$ - условный предел упругости с допуском на остаточную деформацию 0,05 %;

$\sigma_{0,2}$ - предел текучести условный с допуском на величину пластической деформации при нагружении 0,2 %;

$\delta_р$ - относительное равномерное удлинение;

δ - относительное удлинение после разрыва;

ψ - относительное сужение после разрыва;

KCU - ударная вязкость, определенная на образцах с концентратором вида U;

KCV - ударная вязкость, определенная на образцах с концентратором вида V;

$T_к$ - критическая температура хрупкости;

HB - твердость по Бринеллю;

d_{10} - диаметр отпечатка по Бринеллю при диаметре шарика 10 мм и испытательной нагрузке 2943 Н;

HRA - твердость по Роквеллу (шкала A, конусный наконечник с общей нагрузкой 588,4 Н);

HRB - твердость по Роквеллу (шкала B, сферический наконечник с нагрузкой 980,7 Н);

HRC - твердость по Роквеллу (шкала C, конусный наконечник с общей нагрузкой 1471 Н);

HV - твердость по Виккерсу при нагрузке 294,2 Н и времени выдержки 10 – 15 с;

HSD - твердость по Шору;

$T_з$ - заданный ресурс;

$\sigma'_{д.\,п;T_з}$ - условный предел длительной прочности (величина напряжения, вызывающая разрушение при температуре t и заданном ресурсе);

σ_{-1} - предел выносливости при симметричном цикле (растяжение – сжатие);

τ_{-1} - предел выносливости при симметричном цикле (кручение);

σ_a - наибольшее положительное значение переменной составляющей цикла напряжений;

$\Delta\varepsilon$ - размах упруго-пластической деформации цикла при испытании на термическую усталость;

N - число циклов напряжений или деформаций, выдержанных нагруженным объектом до образования усталостной трещины определенной протяженности или до усталостного разрушения;

σ_0 - начальное нормальное напряжение при релаксации;

$\sigma_ост$ - остаточное нормальное напряжение при релаксации;

K_{1c} - коэффициент интенсивности напряжений;

Ac_1 - температура начала $\alpha \rightarrow \gamma$ превращения при нагреве (нижняя критическая точка);

Ac_3 - температура конца $\alpha \rightarrow \gamma$ превращения при нагреве (верхняя критическая точка);

Ar_1 - температура конца $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения при охлаждении (нижняя критическая точка);

Ar_3 - температура начала $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения при охлаждении (верхняя критическая точка);

Мн - температура начала мартенситного превращения;

Мк - температура конца мартенситного превращения;

G - модуль сдвига;

ν - коэффициент Пуассона;

γ - плотность;

C - удельная теплоемкость;

λ - теплопроводность;

α - коэффициент линейного расширения;

H - напряженность магнитного поля;

μ - магнитная проницаемость;

B - магнитная индукция;

B_S - индукция насыщения;

ΔB - разброс магнитной индукции вдоль и поперек направления прокатки;

$P_{B,\ \nu_0}$ - удельные магнитные потери при частоте тока ν_0 и индукции B;

H_c - коэрцитивная сила;

ρ - удельное электросопротивление;

K_p - красностойкость;

$t_{пик}$ - температура полного расплавления металла;

$t_{соп}$ - температура начала плавления металла;

d_0 - начальный диаметр образца;

l_0 - длина расчетной части образца;

V - скорость деформирования образца;

$\dot{\varepsilon}$ - скорость деформации образца;

a - толщина образца при испытании листов на изгиб;

d - толщина оправки при испытании листов на изгиб;

S - толщина стенки;

Cl^- - хлор-ион;

F^- - фтор-ион;

Σ - коэффициент износостойкости при абразивном износе;

$\Sigma_г$ - коэффициент износостойкости при гидроабразивном износе;

v - скорость резания;

K_v - коэффициент относительной обрабатываемости;

T - время;

t - температура;

$t_{отп}$ - температура отпуска;

$t_{исп}$ - температура испытания.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

АЭУ - атомная энергетическая установка;

АЭС - атомная энергетическая станция;

ВВЭР - водо-водяной энергетический реактор;

ВТГР - высокотемпературный гелиево-охлаждаемый реактор;

ЭТС - электротехнические стали;

КР - коррозионное растрескивание;

ПК - питтинговая коррозия;

PI - питтинговый индекс;

МКК - межкристаллитная коррозия;

АМ, АМУ, ВУ, ДУ - условные обозначения методов определения стойкости к межкристаллитной коррозии по ГОСТ 6032-89;

гелий "ВЧ" - гелий высокочистый;

НД - нормативная документация;

ГСССД - государственная служба стандартных справочных данных;

ГОСТ - государственный стандарт;

ОСТ - отраслевой стандарт;

ТУ - технические условия;

РТМ - руководящие технические материалы;

ДЦ - данные ЦНИИТМАШ;

АБД - автоматизированный банк данных.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Литейные свойства. В Марочнике принята оценка характеристик литейных свойств в виде относительных величин коэффициентов, равных отношению показателей для изучаемого и эталонного материала, определенных по единым методикам. В качестве эталона принята сталь марки 30Л. Для оценки технологичности приняты следующие показатели:

$K_{ж.т.}$ - показатель жидкотекучести (равен отношению значений жидкотекучести данного материала и эталона);

$K_{т.у.}$ - показатель трещиноустойчивости (равен отношению трещиноустойчивости данного материала и эталона);

$K_{у.в.}$ - показатель склонности к образованию усадочных раковин (равен отношению объемов усадочной раковины в отливке из данного материала и эталона);

$K_{у.в.}$ - показатель склонности к образованию усадочной пористости (равен отношению объемов пористой зоны в отливке из данного материала и эталона).

Жидкотекучесть определена по спиралевидной пробе. Длина залитой спирали в сантиметрах выражает жидкотекучесть материала.

Линейная усадка определена на приборе конструкции Большакова.

Склонность стали к образованию усадочных раковин и пор определена на цилиндрическом образце, переходящем в верхней части в усеченный конус. Усадочная пористость определена по объему пористой зоны.

Трещиноустойчивость определена на приборе конструкции ЦНИИТМАШа. Прибор показывает стойкость стали против образования горячих трещин, которые образуются вследствие заторможенной усадки образцов.

Литейные свойства определены при температуре на 50 ... 70 °С выше начала затвердевания стали.

Механические свойства отливок, поставляемых по ГОСТ 977-88, приведены в Марочнике для отливок групп II и III.

Ковочные свойства. Для характеристики ковочных свойств в Марочнике приводятся механические свойства в зависимости от температуры испытания в интервале ковочных температур и критерий ковкости. Помимо ковочных свойств приводятся температурные параметры ковки и условия охлаждения преимущественно крупных поковок, откованных как из слитков, так и из заготовок.

Критерий ковкости, являющийся комплексным показателем, характеризует способность металла к ковке и равен $K_\psi = \frac{\psi}{\sigma_в}$, $\frac{\%}{Н / мм^2}$.

При $K_\psi < 0{,}01$ сталь (сплав) не куется, при $0{,}01 \le K_\psi < 0{,}3$ – ковкость низкая, при $0{,}3 \le K_\psi < 0{,}8$ – ковкость удовлетворительная, при $0{,}8 \le K_\psi < 2$ – ковкость хорошая, при $K_\psi \ge 2$ – ковкость отличная.

Приведенная в Марочнике максимальная температура нагрева металла перед ковкой является максимально допустимой температурой нагрева металла в печи, причем для сталей марок 20Х1М1Ф1ТР (ЭП 182), 25Х1МФ (ЭИ 10), 20Х1М1Ф1БР (ЭП 44), 15Х5М (Х5М), 15Х11МФ, ХН70ВМТЮ (ЭИ 617), 40Х9С2 (ЭСХ8), 08Х13 (ЭИ 496), 20ХГНР, 40Х13, 08Х18Н10Т (ЭИ 914) указана температура сварочной зоны, а для сталей марок 36Х18Н25С2 (ЭЯ 3С) и 08Х16Н9М2 (Х16Н9М2) – температура томильной зоны печи.

Приведенные температурные интервалы ковки являются наиболее широкими, а режимы охлаждения – ускоренными, которые достигнуты отдельными передовыми заводами.

Использование на других заводах рекомендуемых в Марочнике параметров, а также назначение рациональной температуры нагрева металла и условий охлаждения поковок возможно только после предварительного опробования и соответствующей корректировки с учетом местных условий, металлургической технологии, объема ковочных работ, размера поковок, величины садки, состояния печного оборудования и др. Рекомендуемые условия охлаждения металла после ковки в ряде случаев не заменяют режимов предварительной термической обработки поковок.

Указанные рекомендации составлены на основании действующих заводских технологических инструкций и нормалей, а механические свойства при ковочных температурах — по данным литературных источников и результатов исследований, проведенных в различных организациях.

Механическая обработка. *Обрабатываемость сталей и сплавов резанием* рассматривалась с точки зрения влияния свойств этих материалов на способность изнашивать режущий инструмент.

Обрабатываемость резанием приведенных в Марочнике сталей и сплавов определена для условий получистового точения без охлаждения по чистому металлу резцами, оснащенными твердыми сплавами Т5К10, ВК8 (для аустенитных сталей и сплавов на никелевой основе), резцами из быстрорежущей стали марок Р18 (HRC 63-65) и, равной ей по свойствам, маловольфрамовой стали Р6М5Ф2 (HRC 64-66) при постоянных значениях глубины резания 1,5 мм, подачи на оборот 0,2 мм и главного угла в плане 60°.

Обрабатываемость сталей и сплавов резанием оценена по скорости резания, соответствующей 60-минутной стойкости резцов, v_{60} и выражена коэффициентом K_v для условий точения твердосплавным инструментом и инструментами из быстрорежущей стали по отношению к эталонной стали. В качестве эталонной стали принята углеродистая сталь 45 (НВ 179 и $\sigma_в = 650$ Н/мм^2), скорость резания v_{60} которой принята за единицу. Коэффициент **относительной** обрабатываемости данной стали K_v для условий точения твердосплавными резцами:

$$K_v = v_{60}/145,$$

где v_{60} – скорость резания, соответствующая 60-минутной стойкости резцов при точении данного материала, м/мин; 145 – значение скорости резания при 60-минутной стойкости твердосплавных резцов при точении эталонной стали марки 45.

Коэффициент обрабатываемости K_v для условий точения резцами из быстрорежущей стали:

$$K_v = v_{60}/70,$$

где 70 – значение скорости резания при 60-минутной стойкости быстрорежущих резцов при точении эталонной стали марки 45.

Для принятых условий резания абсолютное значение скорости резания v_{60} данной стали (сплава) определяется умножением ее коэффициента K_v на соответствующее значение v_{60} эталонной стали 45.

Приведенные в Марочнике данные по характеристике обрабатываемости резанием различных марок сталей и сплавов указывают на низкую обрабатываемость высокомарганцевистых высокопрочных сталей, жаропрочных сплавов на железоникелевой и никелевой основах в деформированном и особенно в литом состояниях, что обусловливает повышенную трудоемкость технологических операций механической обработки деталей из этих материалов.

Комплекс работ, проведенных ЦНИИТМАШ, по изысканию путей и средств повышения обрабатываемости резанием сталей и сплавов указывает, что это повышение может быть достигнуто за счет:

- увеличения работоспособности режущего инструмента путем применения высокопроизводительных инструментальных материалов: твердых сплавов повышенной износостойкости марок ВК60М, ВК10ОМ, ВК10ХОМ, а также сплавов титановольфрамовой группы ТТ10К8, ТТ20К6; рационального использования быстрорежущих сталей повышенной теплостойкости марок Р6М5К5, Р9М4К8, а также полученных методом порошковой металлургии марок Р6М5Ф3-МП, Р6М5К5-МП и др. Указанное обеспечивает повышение обрабатываемости труднообрабатываемых материалов на 20 – 30 %;

- нанесения износостойких покрытий на рабочие поверхности инструмента;

- использования эффективных экономически чистых водосмешиваемых эмульсий, синтетических и полусинтетических жидкостей (Ивкат, СЦМ, Тафол, Эфтол, Автокат, Ивхон, Прогресс 13К и др.), а также жидкостей на масляной основе (ГСВ-1, Сульфофол, СП44), применение которых позволяет повысить износостойкость инструмента и снизить шероховатость обработанных поверхностей;

- использования при резании труднообрабатываемых материалов методов с вводом дополнительных энергий в зону резания (подогрев срезаемого слоя, обработка с вибрациями и др.);

- применения металлургических способов путем введения в поверхностный слой заготовок (при их выплавке) несколько повышенного процентного содержания химических элементов серы и фосфора, что позволяет увеличить эффективность черновой обработки крупных заготовок из углеродистых и легированных конструкционных сталей.

При анализе уровня обрабатываемости и определения коэффициентов K_v для приведенных выше условий получистового точения использованы справочные материалы, опубликованные в технической литературе, результаты научно-исследовательских работ, выполненных в ЦНИИТМАШ, научно-исследовательских организациях других отраслей, а также опыт ведущих заводов машиностроения. Для отдельных марок сталей использованы расчетные методы определения обрабатываемости резанием исходя из их физико-механических характеристик и химического состава.

Сварка. *Свариваемость сталей и сплавов* является комплексной характеристикой, определяющейся, с одной стороны, технологическими трудностями, возникающими при сварке, и, с другой, – эксплуатационной надежностью сварных соединений.

В Марочнике даны характеристики так называемой технологической свариваемости, по которой материал условно разделен на следующие группы:

материал, свариваемый без ограничений (при сварке нет необходимости применения каких-либо дополнительных технологических операций, например, подогрева, промежуточной термообработки и т.п.);

ограниченно свариваемый материал (при сварке рекомендуются или необходимы дополнительные операции);

трудно свариваемый материал (невозможно получить качественное соединение без обязательного применения дополнительных операций);

материалы, не применяемые для сварных конструкций.

Характеристика свариваемости состоит из трех частей:

1. Группа свариваемости материала.
2. Рекомендуемые способы сварки.
3. Необходимость дополнительных технологических операций при сварке.

Группа свариваемости определяется химическим составом материала, степенью разработки технологических приемов сварки и освоения в производственных условиях. Способы сварки являются рекомендуемыми, возможно использование и других, применяемых в производстве.

Под технологическими дополнительными операциями подразумевается ряд мер, необходимых при сварке групп II и III материалов, а в особых случаях и для группы I. К их числу относятся: необходимость предварительного и сопутствующего подогрева, проковка швов, наложение отжигающих валиков, ограничение скоростей нагрева и охлаждения при сварке, вылеживание после сварки, немедленная после сварки термообработка и др.

Назначение таких операций зависит от принятой технологии сварки и ряда других причин, объяснение которых приводится в соответствующей технической литературе.

Необходимость подогрева при сварке и последующей термообработке приводится в характеристиках свариваемости. Другие операции, примеры которых были приведены выше, определяются при разработке технологического процесса сварки.

Приняты следующие условные обозначения способов сварки (см. "Сборник нормативных документов системы аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства" под ред. Котельникова В. С., Москва, 1999 г. Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана):

РД – ручная дуговая сварка покрытыми электродами (111);

РАД – ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом (141);

МП – механизированная сварка плавящимся электродом в среде углекислого газа (135);

АФ – автоматическая сварка под флюсом (12);

ЭШ – электрошлаковая сварка;

ЭЛ – электроннолучевая сварка;

КТ – контактная сварка.

В скобках указан код способа сварки по европейской классификации.

Необходимость подогрева и последующей термообработки может возникнуть при сварке металла больших толщин из углеродистых, низколегированных и других марок стали (что в формулировках свариваемости не отмечается).

Толщина соединений, с которой необходимы подогрев и термообработка, регламентируется соответствующими инструкциями отраслевых производств.

В табл. 1 и 2 приведены в качестве примера некоторые требования РД 2730.940.102-92 "Котлы паровые и водогрейные, трубопроводы пара и горячей воды. Сварные соединения. Общие требования", которые могут служить в качестве ориентировочных данных для выбора и назначения режимов подогрева и термообработки сварных соединений.

1. Значения температур подогрева при сварке

Сталь	Толщина стенки изделия, мм	Температура подогрева, °С
Низкоуглеродистая, до 0,22 % С	> 100	100 - 150 (на многослойных швах)
Среднеуглеродистая, до 0,45 % С	> 60	100 - 250
Высокоуглеродистая	–	250 - 400
Низколегированная	> 30	150 - 200
Легированная конструкционная		до 350
Теплоустойчивая: 15ХМ	10 - 30	150
	> 30	200
12Х1МФ, 20ХМФЛ	7 - 30	200
	> 30	250
15Х1М1Ф, 15Х1М1ФЛ	7 - 30	250
	> 30	300
Жаропрочная аустенитная		Без подогрева

2. Примерные режимы термообработки сварных соединений

Сталь	Режим и назначение термообработки
Углеродистая	Отпуск при 610 - 650 °С (для снятия сварочных напряжений). В некоторых случаях нормализация (920 - 940 °С) или закалка с отпуском
20 (трубная)*	Отпуск при 610 - 650 °С при толщине стенки свыше 36 мм
Низколегированная	Отпуск при 630 - 660 °С для снятия сварочных напряжений
15ГС (трубная)*	Отпуск при 635 - 660 °С при толщине стенки свыше 30 мм
Теплоустойчивая:	
15ХМ	Отпуск при 700 - 730 °С при толщине стенки свыше 10 мм
12Х1МФ, 20ХМФЛ*	Отпуск при 715 - 745 °С при толщине стенки свыше 6 мм
15Х1М1Ф, 15Х1М1ФЛ*	Отпуск при 725 - 755 °С при толщине стенки свыше 6 мм
Высокохромистая	Отпуск при 730 - 760 °С
Жаропрочная и коррозионно-стойкая	Сварные соединения стали аустенитного класса: стабилизация при 780 - 820 °С или аустенизация при 1000 - 1100 °С для снятия напряжений, выравнивания структуры
* Требования РД 2730.940.102-92	

Режимы подогрева (и термообработки) должны выбираться в зависимости от ряда условий: толщины, жесткости конструкции, содержания углерода и легирующих элементов, интенсивности теплоотвода и т.д. Имеет также значение и применяемый способ сварки. Так для КТ подогрев и последующая термообработка применяются редко из-за относительно небольших свариваемых сечений и технологических особенностей сварки. Способ РАД применяется чаще всего при сварке деталей тонких сечений, где обычно подогрев не требуется.

При сварке под флюсом, газоэлектрической и ручной дуговой сварке подогрев необходим для некоторых марок низколегированных, легированных (кроме сталей аустенитного класса) и углеродистых (при содержании углерода выше 0,22 %) сталей.

Необходимость предварительного подогрева перед началом сварки зависит также от свариваемых толщин и технологии выполнения сварки ("на проход", "горкой", "каскадом" и т.д.).

Режимы термообработки для сварных соединений конструкций из сталей перлитного класса применяют обычно: для снятия сварочных напряжений и снижения твердости сварных соединений – высокотемпературный отпуск; для выравнивания свойств и улучшения структуры (например, после ЭШ) – нормализацию, а также полную термообработку – закалку с отпуском.

При определении режимов термообработки необходимо принимать во внимание марку стали, назначение конструкции, возникновение деформаций, допустимый уровень остаточных напряжений и т.д.

Необходимость термообработки обычно указывают в ТУ на деталь. Если этого нет, то можно руководствоваться следующим: низкоуглеродистые и низколегированные стали подвергаются термообработке в зависимости от назначения конструкции (степени ответственности), при сварке толщины свыше 60 мм для углеродистых и среднелегированных марок сталей необходима немедленная термообработка.

Если по условиям изготовления термообработка невозможна, то технологическим процессом должны быть предусмотрены операции для снижения уровня напряжений до безопасной величины (как, например, проковка, сварка поперечной горкой, правильный выбор режимов и материалов).

В табл. 2 приведены принятые режимы термообработки сварных соединений для некоторых марок сталей.

Технологические особенности сварки сталей. Низкоуглеродистые стали с содержанием до 0,22 % углерода относят к разряду хорошо свариваемых. В некоторых случаях при сварке металла больших толщин применяют подогрев и термообработку.

Стали углеродистые обыкновенного качества марок Ст2, Ст3 группы В и Ст1, Ст2, Ст3 группы Б по ГОСТ 380-94 поставляются с гарантией свариваемости, что отмечено в соответствующих характеристиках свариваемости.

Стали с содержанием 0,23 – 0,45 % углерода склонны к подкалке, в связи с чем возникает ряд трудностей при их сварке. Меры, которые необходимо принять для получения качественного соединения, сводятся к следующему: применять предварительный (при необходимости) и сопутствующий подогрев (250 – 300 °С); режимы сварки должны обеспечивать минимальное проплавление кромок; рекомендуется замедленное остывание конструкции. Термообработка – отпуск, а при требовании высокой пластичности – закалка с отпуском.

Высокоуглеродистые стали с содержанием 0,46 – 0,75 % углерода, как правило, не применяются для сварных конструкций. Необходимость их сварки возникает при наплавках или ремонте. Вопросы сварки приходится решать для каждой конструкции в зависимости от комплекса требуемых свойств.

Сварка низколегированных сталей не отличается от сварки углеродистых сталей и заключается, главным образом, в выборе соответствующих сварочных материалов.

Сварка теплоустойчивых сталей проводится с подогревом и последующей термообработкой – высоким отпуском.

При сварке высокохромистых сталей необходимы подогрев и последующий высокий отпуск.

Выбор сварочных материалов (электроды, проволока, флюсы и т.д.) должен проводиться в зависимости от способа сварки, назначения конструкции и требований к сварным соединениям, регламентируемых отраслевыми нормами.

Жаропрочные стали и сплавы аустенитного класса используются для основных деталей энергетического оборудования с рабочей температурой 600 °С и выше, например, для изготовления паропроводных и пароперегревательных труб, паровой арматуры, корпусов клапанов, а также узлов и деталей паротурбинных и газотурбинных установок.

Сварка аустенитных жаропрочных сталей и сплавов имеет свои особенности и связана с некоторыми трудностями, вызванными большей или меньшей склонностью материалов к образованию трещин в околошовной зоне, различной технологичностью применяемых при их сварке присадочных материалов, а также склонностью сварных соединений к локальным разрушениям в процессе эксплуатации конструкций при температурах 580 – 650 °С.

Склонность сталей и сплавов к локальным разрушениям в процессе эксплуатации значительно снижается в случае применения после сварки высокотемпературной термической обработки (аустенизации), поэтому последующая термическая обработка сварных соединений является обязательным технологическим процессом, способствующим повышению надежности сварных конструкций в эксплуатации.

По технологической свариваемости аустенитные жаропрочные стали и сплавы также могут быть условно разбиты на следующие группы.

1. *Материалы, свариваемые без ограничений.* К этой группе отнесены стали марок 08Х16Н9М2, 12Х18Н9, 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т и др., химический состав которых характеризуется отношением эквивалентов* хрома и никеля, равным 1,3 – 1,6. Для сварки этих сталей применяются аустенитно-ферритные электроды или сварочные проволоки, обеспечивающие высокую трещиноустойчивость металла шва. В околошовной зоне сталей этой группы горячих трещин, как правило, не наблюдается. Стали этой группы в меньшей степени склонны к локальным разрушениям.

2. *Материалы ограниченно свариваемые.* К этой группе отнесены стали марок 12Х18Н12Т, 20Х23Н18 (ЭИ 417), 1Х14Н14В2М (ЭИ 257), 08Х16Н13М2Б (ЭИ 405), 10Х16Н14В2БР (ЭП 17) и др., химический состав которых характеризуется отношением эквивалентов хрома и никеля, близким к единице. При их сварке возможно появление околошовных трещин. Сварка осуществляется аустенитно-ферритными электродами, применение которых позволяет получить швы, свободные от горячих трещин.

3. *Материалы трудно свариваемые.* К этой группе отнесены стали и сплавы марок 45Х14Н14В2М (ЭИ 69), 09Х14Н19В2БР1 (ЭИ 726), 08Х15Н24В4ТР (ЭП 164), ХН35ВТ (ЭИ 612), ХН35ВТР (ЭИ 725) и др. с отношением эквивалентов хрома и никеля меньше единицы. Эти материалы склонны к образованию горячих трещин в околошовной зоне при сварке жестких толстостенных конструкций. Применяемые для их сварки присадочные материалы не обеспечивают столь же высокой стойкости металла шва против образования горячих трещин, как аустенитно-ферритные. В связи с этим приходится использовать при ручной электродуговой сварке электроды малого диаметра (не более 3 мм), сварку проводить "ниточными" швами, строго следить за отсутствием перегрева металла сварного соединения и появлением трещин и надрывов в наплавленном металле с целью их своевременного удаления.

В характеристике свариваемости для некоторых марок материалов рекомендуются электроды, специально разработанные для их сварки.

---

* Эквиваленты хрома и никеля подсчитываются по следующим приближенным формулам:
[Cr] = Cr % + 1,5Si % + Mo % + 0,8V % + 0,5Nb% + W % + 3,5Al % + 4Ti %
[Ni] = Ni % + 0,5Mn % + 0,5Cu % + 30C % + 30N %

Коррозионные свойства некоторых марок материалов приводятся в Марочнике в условиях наиболее характерных сред: горячих газов, пара и воды.

Наиболее важными видами коррозии разрушения являются:

общая или равномерная коррозия;

точечная или язвенная коррозия;

щелевая коррозия;

межкристаллитная коррозия;

коррозионное растрескивание (коррозия под напряжением).

При сравнении коррозионной стойкости металлов с различными плотностями наиболее удобным является глубинный показатель коррозии – уменьшение толщины металла вследствие коррозии, выраженное в линейных единицах и отнесенное к единице времени.

Коррозионная стойкость марок сталей оценивается по пятибалльной шкале (табл. 3).

3. Пятибалльная шкала коррозионной стойкости

Балл	Скорость коррозии, мм/год	Группа стойкости
1	< 0,1	Весьма стойкие
2	0,1 – 1	Стойкие
3	1 – 3	Пониженно-стойкие
4	3 – 10	Малостойкие
5	> 10	Нестойкие

Пятибалльная шкала принята в настоящем Марочнике для оценки как общей, так и точечной коррозии стали в воде и водных растворах.

Для многих сталей количественные данные по скорости точечной коррозии в литературе отсутствуют, имеются лишь указания на наличие склонности к этому виду коррозии.

При подборе конструкционных материалов следует учитывать, что скорость точечной коррозии на марках, которые подвержены этому виду разрушения, как правило, в несколько раз превышает скорость общей коррозии.

В Марочнике приводятся сведения о склонности к межкристаллитной коррозии высоколегированных коррозионно-стойких марок сталей в соответствии с ГОСТ 6032-89.

Однако и высокохромистые стали также могут быть подвержены межкристаллитной коррозии. Карбиды хрома в этих сталях выпадают по границам зерен при быстром охлаждении с температур выше 900 °С при термической обработке или после сварки. Склонность высокохромистых марок сталей к межкристаллитной коррозии устраняется отжигом при 700 °С.

Склонность сталей к коррозионному растрескиванию оценивается по времени до разрушения в данной среде при заданном напряжении и в большинстве случаев выше предела текучести.

Склонность сталей к ***отпускной обратимой хрупкости***, проявляющаяся в снижении ударной вязкости при медленном охлаждении или при длительной эксплуатации деталей в интервале температур 450 – 650 °С, в Марочнике оценена качественно. Для сталей, склонных к обратимой отпускной хрупкости, требуется быстрое охлаждение после отпуска.

Флокеночувствительность дана для поковок и проката сечением более 100 мм.

По флокеночувствительности стали и сплавы всех марок условно разбиты на четыре группы:

нефлокеночувствительные – углеродистые и легированные марганцем и кремнием с содержанием углерода до 0,35 %;

малофлокеночувствительные – углеродистые и легированные марганцем и кремнием с содержанием углерода свыше 0,35 %;

флокеночувствительные – хромистые и хромомолибденовые;

повышенной флокеночувствительности – хромоникелевольфрамовые и хромоникелемолибденовые.

СИСТЕМЫ МАРКИРОВКИ СТАЛЕЙ В РАЗЛИЧНЫХ СТРАНАХ

Система маркировки сталей в России и других странах СНГ

В России, как и других странах СНГ, принята буквенно-цифровая система обозначения марок сталей, разработанная в СССР. Рассмотрим, как обозначаются стали различного назначения.

Конструкционные стали

Стали обыкновенного качества. Нелегированные конструкционные стали обыкновенного качества в соответствии с ГОСТ 380-94 обозначаются следующим образом: **Ст3пс, Ст5кп, Ст0** и др.

Здесь Ст – буквы, указывающие на принадлежность стали к группе сталей обыкновенного качества, следующая за ними цифра от 0 до 6 указывает на процент содержания углерода (см. табл. 1) и в конце наименования стали приводятся буквы, определяющие степень ее раскисления (кп – кипящая, пс – полуспокойная, сп – спокойная).

В обозначение сталей с повышенным содержанием марганца после цифры добавляется также буква Г. Например, **Ст3Гсп, Ст5Гпс** и др.

1. Содержание углерода в сталях обыкновенного качества

Обозначение стали	Содержание углерода, %
Ст0	< 0,23
Ст1	0,06 – 0,12
Ст2	0,09 – 0,15
Ст3	0,14 – 0,22
Ст4	0,18 – 0,27
Ст5	0,28 – 0,37
Ст6	0,38 – 0,49

Нелегированные конструкционные качественные стали. Качественные конструкционные стали в соответствии с ГОСТ 1050-88 обозначают двузначным числом, указывающим примерное содержание углерода в стали, умноженное на сто. Так сталь с содержанием углерода 0,07 - 0,14 % обозначается **10**, сталь с содержанием углерода 0,42 - 0,50 % – **45**, а сталь с углеродом 0,57 - 0,65 % - **60**. При этом для сталей с содержанием углерода < 0,2 %, не подвергнутых полному раскислению, в обозначение добавляются буквы **кп** (для кипящей стали) и **пс** (для полуспокойной). Для спокойных сталей буквы в конце их наименований не добавляются, например, **08кп**, **10пс**, **15**, **18кп**, **20** и т.д.

Качественные стали с повышенными свойствами, используемые для производства котлов и сосудов высокого давления, обозначают по ГОСТ 5520-79 добавлением буквы **К** в конце наименования стали: **15К**, **18К**, **22К** и др.

Конструкционные легированные стали. В соответствии с ГОСТ 4543-71 наименования таких сталей состоят из цифр и букв. Буквы указывают на основные легирующие элементы, включенные в сталь (табл. 2). Цифры после каждой буквы обозначают примерное процентное содержание соответствующего элемента, округленное до целого числа (при содержании легирующего элемента до 1,5 % цифра за соответствующей буквой не указывается). Процентное содержание углерода, умноженное на 100, приводится в начале наименования стали.

Например, сталь состава 0,09 – 0,15 % C, 0,4 – 0,7 % Cr, 0,5 – 0,8 % Ni называется **12ХН**, а сталь состава 0,27 – 0,34 % C, 2,3 – 2,7 % Cr, 0,2 – 0,3 % Mo, 0,06 – 0,12 % V – **30Х3МФ**.

Для того чтобы показать, что в стали ограничено содержание серы и фосфора (S < 0,03 %, P < 0,03 %) и сталь относится к группе высококачественных, в конце ее обозначения ставят букву А.

2. Обозначения основных легирующих элементов

Элемент	Обозначение
Никель	Н
Хром	Х
Кобальт	К
Молибден	М
Марганец	Г
Медь	Д
Бор	Р
Ниобий	Б
Цирконий	Ц
Кремний	С
Фосфор	П
Редкоземельные металлы	Ч
Вольфрам	В
Титан	Т
Азот	А (в середине наименования)
Ванадий	Ф
Алюминий	Ю
Селен	Е

Особовысококачественные стали, подвергнутые электрошлаковому переплаву, обеспечивающему эффективную очистку от сульфидов и оксидов, обозначают добавлением через тире в конце наименования стали буквы Ш, например, **12Х2Н4А**, **15Х2МА**, **18ХГ-Ш**, **20ХГНТР-Ш** и др.

Литейные конструкционные стали. Литейные стали в соответствии с ГОСТ 977-88 обозначаются по тем же правилам, что и качественные и легированные стали. Отличие заключается лишь в том, что в конце наименований литейных сталей приводится буква Л, например, **15Л**, **20ГЛФЛ**, **35ХГЛ** и др.

Строительные стали. Строительные стали по ГОСТ 27772-88 обозначаются буквой С (строительная) и цифрами, соответствующими минимальному пределу текучести стали. Буква К в конце наименования указывает на стали с повышенной коррозионной стойкостью, буква Т – на термоуп-

рочненный прокат, а буква Д – на повышенное содержание меди, например, **С255**, **С345Т**, **С390К**, **С440Д** и т.д.

Автоматные стали. Наименования автоматных сталей по ГОСТ 1414-75 начинаются с буквы А (автоматная). Если сталь при этом легирована свинцом, то ее наименование начинается с букв АС. Для отражения содержания в сталях остальных элементов используются те же правила, что и для легированных конструкционных сталей, например, **А20**, **А40Г**, **АС14**, **АС38ХГМ**.

Подшипниковые стали. Подшипниковые стали по ГОСТ 801-78 обозначаются так же как и легированные с буквой **Ш** в начале наименования. Для сталей, подвергнутых электрошлаковому переплаву, буква Ш добавляется также и в конце их наименований через тире, например, **ШХ15**, **ШХ20СГ**, **ШХ4-Ш**.

Инструментальные стали

Нелегированные углеродистые инструментальные стали. Данные стали в соответствии с ГОСТ 1435-90 делятся на качественные и высококачественные. Качественные стали обозначаются буквой **У** (углеродистая) и цифрой, указывающей среднее содержание углерода в стали, умноженное на 10. Так сталь **У7** содержит 0,65 - 0,7 % углерода, сталь **У10** – 0,95 - 1,04 %, а сталь **У13** – 1,25 - 1,35 %. В обозначения высококачественных сталей добавляется буква **А** (**У8А**, **У12А** и т.д.). Кроме того, в обозначениях как качественных, так и высококачественных углеродистых инструментальных сталей может присутствовать буква **Г**, указывающая на повышенное содержание в стали марганца (например, **У8Г**, **У8ГА**).

Инструментальные легированные стали. Правила обозначения инструментальных легированных сталей по ГОСТ 5950-73 в основном те же, что и для конструкционных легированных. Различие заключается лишь в цифрах, указывающих на массовую долю углерода в стали. Процентное содержание углерода также указывается в начале наименования стали, но при этом умножается на 10, а не на 100 как для конструкционных легированных сталей. Если же в инструментальной легированной стали содержание углерода составляет около 1,0 %, то соответствующую цифру в начале ее наименования обычно не указывают, например, сталь **4Х2В5МФ** содержит 0,3 - 0,4 % C, 2,2 - 3,0 % Cr, 4,5 - 5,5 % W, 0,6 - 0,9 Mo, 0,6 - 0,9 V, а сталь **ХВГ** – 0,9 - 1,05 % C, 0,9 - 1,2 Cr, 1,2 - 1,6 % W, 0,8 - 1,1 % Mn.

Быстрорежущие стали. Обозначения марок быстрорежущих сталей начинаются с буквы **Р** и цифры, указывающей среднее содержание вольфрама в стали. Далее следуют буквы и цифры, определяющие массовые доли других элементов. В отличие от легированных сталей в наименованиях быстрорежущих сталей не указывается процентное содержание хрома, так как оно составляет около 4 % во всех сталях, и углерода (оно пропорционально содержанию ванадия). Буква Ф, показывающая наличие ванадия, указывается только в том случае, если содержание ванадия составляет более 2,5 %. В соответствии с вышесказанным сталь **Р6М5** имеет состав: 0,82 - 0,9 % C, 3,8 - 4,4 % Cr, 4,8 - 5,3 % Mo, 1,7 - 2,1 % V, 5,5 - 6,5 % W, а сталь **Р6АМ5Ф3** содержит 0,95 - 1,05 % C, 3,8 - 4,3 % Cr, 4,8 - 5,3 % Mo, 2,3 - 2,7 % V, 0,05 - 0,1 % N, 5,7 - 6,7 % W.

Коррозионно-стойкие стали

Обозначения коррозионно-стойких (нержавеющих), жаростойких и жаропрочных сталей согласно ГОСТ 5632-72 состоят из букв и цифр и строятся по тем же принципам, что и обозначения конструкционных легированных сталей. В обозначения литейных коррозионно-стойких сталей добавляется буква Л. Приведем примеры: сталь состава C < 0,08 %, 17,0 - 19,0 % Cr, 9,0 - 11,0 % Ni, Ti в интервале от 5·C до 7 %, обозначается **08Х18Н10Т**, а литейная сталь **16Х18Н12С4ТЮЛ** имеет состав: 0,13 - 0,19 % C, 17,0 - 19,0 % Cr, 11,0 - 13,0 % Ni, 3,8 - 4,5 % Si, 0,4 - 0,7 % Ti, 0,13 - 0,35 % Al.

Помимо стандартных коррозионно-стойкие стали могут иметь и другие наименования. Так опытные марки, впервые выплавленные на заводе "Электросталь", обозначаются буквами **ЭИ**, **ЭП** или **ЭК** и порядковым номером (например, **ЭИ 135**, **ЭП 225**, **ЭК 156**), марки завода "Днепроспецсталь" буквами **ДИ** (**ДИ 57**, **ДИ 94**), марки Челябинского металлургического комбината буквами **ЧС** (**ЧС 43**, **ЧС 87**) и т.д.

В том случае, если стали получены методом электрошлакового переплава, к их наименованиям (так же как и для легированных сталей) добавляется через тире буква Ш (**06Х16Н15М3Б-Ш**). Помимо этого к наименованиям указанных сталей через тире могут добавляться буквы, означающие следующее: **ВД** – вакуумно-дуговой переплав (**09Х16Н4Б-ВД**), **ВИ** – вакуумно-индукционная выплавка (**03Х18Н10-ВИ**), **ЭЛ** – электронно-лучевой переплав (**03Н18К9М5Т-ЭЛ**), **ГР** – газокислородное рафинирование (**04Х15СТ-ГР**), **ИД** – вакуумно-индукционная выплавка с последующим

вакуумно-дуговым переплавом (ЭП14-ИД), **ПД** — плазменная выплавка с последующим вакуумно-дуговым переплавом (**ХН45НВТЮБР-ПД**), **ИЛ** — вакуумно-индукционная выплавка с последующим электронно-лучевым переплавом (**ЭП989-ИЛ**) и т.д.

Система маркировки сталей по Евронормам

Европейская система обозначений сталей подробно приводится в стандарте EN 10027, состоящем из двух частей: часть 1 определяет порядок наименований сталей (присвоения им буквенно-цифровых обозначений), а часть 2 — порядок присвоения сталям порядковых номеров.

Наименования сталей

Согласно EN 10027 (часть 1) стали по порядку присвоения им наименований делятся на две группы. В первую группу включены стали, наименования которых определяются их назначением и механическими или физическими свойствами. Вторую группу составляют стали, наименования которых определяются их химическим составом.

Группа 1. Наименования сталей (табл. 3) состоят из одной или более букв, связанных с назначением стали, за которыми следуют цифры, обозначающие свойства. За цифрами могут следовать дополнительные символы, определяющие состояние поставки стали и ее назначение.

3. Наименование сталей группы 1 по EN 10027

<table>
<tr><th rowspan="2">Начальная буква (наименование стали)</th><th rowspan="2">Свойство, обозначаемое цифрами</th><th colspan="4">Дополнительные символы</th></tr>
<tr><th colspan="3">подгруппа 1</th><th>подгруппа 2</th></tr>
<tr><td rowspan="11">Конструкционные стали
S =
G =
Стальное литье.
Ставится впереди, если необходимо</td><td rowspan="11">Например: S355JO, ранее: Fe 510C
Свойство: минимальный предел текучести (R_e) в Н/мм^2 (три цифры)</td><td colspan="3">Работа разрушения при ударе</td><td>Температура</td><td rowspan="11">C = с повышенной пластичностью в холодном состоянии
D = для нанесения покрытий в горячем состоянии
E = для эмалирования
F = для ковки и штамповки
L = для работы при низких температурах
M = термомеханически упрочненная
N = нормализованная
O = для шельфовых конструкций
Q = термообработанная
S = для судостроения
T = для труб
W = стойкая к атмосферной коррозии</td></tr>
<tr><td>27 Дж</td><td>40 Дж</td><td>60 Дж</td><td>°C</td></tr>
<tr><td>JR</td><td>KR</td><td>LR</td><td>+20</td></tr>
<tr><td>JO</td><td>KO</td><td>LO</td><td>0</td></tr>
<tr><td>J2</td><td>K2</td><td>L2</td><td>-20</td></tr>
<tr><td>J3</td><td>K3</td><td>L3</td><td>-30</td></tr>
<tr><td>J4</td><td>K4</td><td>L4</td><td>-40</td></tr>
<tr><td>J5</td><td>K5</td><td>L5</td><td>-50</td></tr>
<tr><td>J6</td><td>K6</td><td>L6</td><td>-60</td></tr>
<tr><td colspan="4">M = термомеханически упрочненная
N = нормализованная
Q = термообработанная
G = другие качества, если необходимо с 1 или 2 цифрами</td></tr>
<tr><td>Стали для котлов и сосудов высокого давления
P =
G =
Стальное литье.
Ставится впереди, если необходимо</td><td>Например: P265B, ранее: FeE265KR
Свойство: минимальный предел текучести (R_e) в Н/мм^2 (три цифры)</td><td colspan="4">M = термомеханически упрочненная
N = нормализованная
Q = термообработанная
B = баллоны со сжатым газом
S = обычные сосуды под давлением
G = другие качества, если необходимо с 1 или 2 цифрами</td><td>H = высокая температура
L = низкая температура
R = комнатная температура
X = высокая или низкая температура</td></tr>
</table>

Продолжение табл. 3

Начальная буква (наименование стали)	Свойство, обозначаемое цифрами	Дополнительные символы	
		подгруппа 1	подгруппа 2
Стали для трубопроводов **L =**	Например: **L360Q**, ранее: **360QT** Свойство: минимальный предел текучести (R_e) в Н/мм^2 (три цифры)	**M** = термомеханически упрочненная **N** = нормализованная **Q** = термообработанная **G** = другие качества, если необходимо с 1 или 2 цифрами	Буква и цифра, если необходимо
Стали для машиностроения **E =**	Например: **E295**, ранее: **Fe490-2** Свойство: минимальный предел текучести (R_e) в Н/мм^2 (три цифры)	**G** = другие качества, если необходимо с 1 или 2 цифрами	–
Арматурные стали **B =**	Например: **B500N**, Свойство: минимальный предел текучести (R_e) в Н/мм^2 (три цифры)	**N** = нормальной вытяжки **H** = высокой вытяжки **G** = другие качества, если необходимо с 1 или 2 цифрами	–
Стали для предварительно-напряженных конструкций **Y =**	Например: **Y1770C**, ранее: **Fe1770** Свойство: минимальное временное сопротивление (R_m) в Н/мм^2 (четыре цифры)	**C** = холоднотянутая проволока **H** = горячекатаные или предварительно-напряженные прутки **Q** = термообработанная проволока **S** = тонкий трос **G** = другие качества, если необходимо с 1 или 2 цифрами	–
Рельсовые стали **R =**	Например: **R0880Mn** ранее: **3B** Свойство: минимальное временное сопротивление (R_m) в Н/мм^2 (четыре цифры, возможен ноль впереди)	**Mn** = высокое содержание марганца **Cr** = легированная хромом **G** = другие качества, если необходимо с 1 или 2 цифрами	**Q** = термообработанная проволока

Продолжение табл. 3

Начальная буква (наименование стали)	Свойство, обозначаемое цифрами	Дополнительные символы	
		подгруппа 1	подгруппа 2
Холоднокатаный листовой прокат из высокопрочных сталей для холодной штамповки **H** = Если установлен предел текучести **HT** = Если установлено временное сопротивление	Например: **H420M**, ранее: **FeE420HF** Свойства: минимальный предел текучести (R_e) в Н/мм^2 (три цифры); минимальное временное сопротивление (R_m) в Н/мм^2 (три цифры и HT впереди)	**M** = термомеханически упрочненная или холоднокатаная **B** = закаленная в печи **P** = легированная фосфором **X** = двухфазная **Y** = с малым содержанием элементов внедрения (C и N) **G** = другие качества, если необходимо с 1 или 2 цифрами	–
Листовой прокат для холодной штамповки **D** =	Например: **DC12EK**, ранее: **FeK4** Свойства: **C** = холоднокатаный **D** = горячекатаный **X** = состояние проката (две буквы или цифры)	**D** = для нанесения покрытий в горячем состоянии **EK** = для эмалирования **DK** = для безгрунтового эмалирования **G** = другие качества, если необходимо с 1 или 2 цифрами	–
Упаковочные листы и ленты **T** = Если установлен предел текучести **TH** = Если установлена твердость	Например: **T660**, ранее: **DR660** Свойство: заданный предел текучести (R_e) в Н/мм^2 для двойного обжатия (три цифры) Например: **TH52**, ранее: **F52** Свойство: средняя твердость (TH и две цифры)	Дополнительные символы не предусмотрены	Дополнительные символы не предусмотрены
Электротехнические стали **M** =	Например: **M400-50A**, ранее: **FcV400-50HA** Свойство: предельно допустимые потери на перемагничивание в Вт/кг, умноженные на сто (три цифры)	Для магнитной индукции от 1,5 Тесла (при 50 Гц) **A** = с неориентированным зерном **D** = нелегированные без заключительного отжига **E** = легированные, без заключительного отжига **N** = с нормальными потерями на перемагничивание Для магнитной индукции от 1,7 Тесла (при 50 Гц) **S** = ориентированное зерно с ограниченными потерями на перемагничивание **P** = ориентированное зерно с низкими потерями на перемагничивание	Дополнительные символы не предусмотрены

Рассмотрим, как расшифровываются приведенные в табл. 3 примеры.

S355JO – конструкционная сталь с минимальным пределом текучести 355 Н/мм^2 и работой разрушения при ударе 27 Дж, измеренной при температуре 0 °С.

P265R – сталь для баллонов со сжатым газом с минимальным пределом текучести 265 Н/мм^2.

L360QB – термообработанная сталь для магистральных трубопроводов с минимальным пределом текучести 360 Н/мм^2.

E295 – машиностроительная сталь с минимальным пределом текучести 295 Н/мм^2.

B500N – арматурная сталь с пределом текучести 500 Н/мм^2 нормальной вытяжки.

Y1770C – холоднотянутая проволока из стали для предварительно-напряженных конструкций с минимальным временным сопротивлением 1770 Н/мм^2.

R0880Mn – рельсовая сталь с высоким содержанием марганца с минимальным временным сопротивлением 880 Н/мм^2.

H420M – термомеханически упрочненная листовая высокопрочная сталь для холодной штамповки с минимальным пределом текучести 420 Н/мм^2.

DC12EK – холоднокатаная листовая сталь для холодной штамповки для эмалирования.

T660 – упаковочный лист (лента) с заданным пределом текучести для двойного обжатия 660 Н/мм^2.

TH52 – упаковочный лист (лента) с твердостью 52.

M400-50A – электротехническая сталь с предельно допустимыми потерями на перемагничивание 4 Вт/кг для магнитной индукции от 1,5 Тл при частоте 50 Гц с неориентированным зерном.

Группа 2. В группу 2 включены стали, наименования которых определяются их химическим составом. Группа 2 разделена на подгруппы в зависимости от назначения и содержания легирующих элементов (табл. 4).

4. Наименование сталей группы 2 по EN 10027

Начальная буква (наименование стали)	Свойство, обозначаемое цифрами	Дополнительные символы
Нелегированные стали со средним содержанием **Mn < 1 %** ***(кроме автоматных)*** **C =** **G =** Стальное литье. Ставится впереди, если необходимо	Например: **C35E4**, ранее: **2C35** Первое число: среднее содержание углерода, умноженное на 100 (до трех цифр)	**E** = заданное максимальное содержание серы, умноженное на 100 **R** = заданный интервал содержания серы, умноженный на 100 **D** = для тянутой проволоки **C** = с повышенной пластичностью в холодном состоянии **S** = пружинная **T** = инструментальная **W** = для сварочной проволоки **G** = другие качества, если необходимо с 1 или 2 цифрами
Нелегированные стали с содержанием **Mn > 1 %,** ***нелегированные автоматные стали, легированные стали (кроме быстрорежущих) с содержанием каждого легирующего элемента до*** **5 %** **Без буквы** **G =** Стальное литье. Ставится впереди, если необходимо	Например: **28Mn6**, ранее: **28 Mn 6** Первое число: среднее содержание углерода, умноженное на 100 (до трех цифр)	**Легирующие элементы:** **Буквы:** символы химических элементов **Цифры:** отделены тире, соответствуют среднему содержанию элемента, умноженному на нижеследующие коэффициенты

Элемент	Коэффициент
Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4
Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10
Ce, N, P, S	100
B	1000

Продолжение табл. 4

Начальная буква (наименование стали)	Свойство, обозначаемое цифрами	Дополнительные символы
Легированные стали (кроме быстрорежущих) со средним содержанием по меньшей мере одного легирующего элемента более 5 % **X** = G = Стальное литье. Ставится впереди, если необходимо	Например: **X5CrNi18-10**, ранее: **X 5 CrNi 18 10** Первое число: среднее содержание углерода, умноженное на 100 (до трех цифр)	**Легирующие элементы:** **Буквы:** символы химических элементов, выстроенные по убыванию содержания элементов (при одинаковом содержании – в алфавитном порядке) **Цифры:** отделены тире, соответствуют среднему содержанию элемента
Быстрорежущие стали **HS** =	Например: **HS2-9-1-8**, ранее: **HS 2-9-1-8** Числа, отделенные тире: содержания легирующих элементов в следующем порядке: W–Mo–V–Co	Дополнительные символы не предусмотрены

Рассмотрим приведенные в таблице, а также дополнительные примеры.

C35E4 – нелегированная сталь со средним содержанием углерода 0,35 %, с содержанием марганца менее 1 % и максимальным содержанием серы 0,04 %.

28Mn6 – нелегированная сталь со средним содержанием углерода 0,28 % и марганца 1,5 % (6, деленное на коэффициент 4).

13CrMo4-5 – нелегированная сталь со средним содержанием: углерода – 0,13 %, хрома - 1 %, молибдена – 0,5 % и содержанием марганца более 1 %.

X5CrNi18-10 – легированная сталь со средним содержанием: углерода – 0,05 %, хрома – 18,0 %, никеля – 10,0 %.

Порядковые номера

Порядок присвоения сталям порядковых номеров определяется Европейским стандартом EN 10027 (часть 2). Порядковый номер стали представляется в виде **1.XXXX**, где цифра **1.** определяет, что данный материал относится к сталям. В дальнейшем при расширении принятой системы нумерации предполагается использовать последующие цифры для обозначения других материалов (в немецкой системе нумерации материалов, являющейся прообразом Европейской, символ **0.** используется для обозначения чугунов, **2.** – для обозначения жаропрочных сплавов на основе никеля и кобальта, **3.** – для обозначения цветных металлов и сплавов). Следующие две цифры после **1.** определяют номер группы сталей, а две последние – порядковый номер стали в группе.

По номеру группы можно однозначно определить, к какому типу относится та или иная сталь. В табл. 5 приведены интервалы номеров, используемых для различных типов сталей. Более подробную классификацию можно найти непосредственно в стандарте EN 10027 (часть 2).

5. Нумерация сталей по EN 10027

Стали		Порядковые номера
Нелегированные	Обыкновенного качества	**1.00XX**
	Качественные	**1.01XX – 1.09XX**
	Высококачественные	**1.10XX – 1.13XX**
	Инструментальные нелегированные	**1.15XX – 1.18XX**
Легированные	Инструментальные легированные	**1.20XX – 1.28XX**
	Быстрорежущие	**1.32XX – 1.33XX**
	Износостойкие	**1.34XX**
	Подшипниковые	**1.35XX**
	Материалы со специальными свойствами	**1.36XX – 1.39XX**
	Коррозионно-стойкие	**1.40XX – 1.45XX**
	Жаропрочные и жаростойкие	**1.46XX – 1.49XX**
	Высококачественные легированные конструкционные	**1.50XX – 1.85XX**
	Свариваемые высококачественные	**1.87XX – 1.89XX**

Системы маркировки сталей в США

В США используется несколько систем обозначения металлов и сплавов, связанных с существующими организациями по стандартизации. Наиболее известными организациями являются:

AISI – Американский Институт Чугуна и Стали;

ACI – Американский Институт Литья;

ANSI – Американский Национальный Институт Стандартизации;

AMS – Спецификация Аэрокосмических Материалов;

ASME – Американское Общество Инженеров–Механиков;

ASTM – Американское Общество Испытания Материалов;

AWS – Американское Общество Сварщиков;

SAE – Общество Инженеров–Автомобилистов.

Системы обозначений, используемые той или иной организацией, вытекают из их исторического развития, а также развития связанных с ними отраслей промышленности. Рассмотрим наиболее популярные системы обозначений сталей, используемые в США.

Система обозначений AISI

Углеродистые и легированные стали. В системе обозначений AISI углеродистые и легированные стали, как правило, обозначаются с помощью четырех цифр. Первые две цифры обозначают номер группы сталей (табл. 6), а две последние – среднее содержание углерода в стали, умноженное на 100.

Так сталь **1045** относится к группе **10XX** качественных конструкционных сталей (несульфинированных с содержанием Mn менее 1 %) и содержит углерода около 0,45 %.

Сталь **4032** является легированной (группа **40XX**) со средним содержанием 0,32 % C и 0,2 или 0,25 % Mo (реальный состав стали **4032**: 0,30 – 0,35 % C, 0,2 – 0,3 % Mo).

Сталь **8625** также является легированной (группа **86XX**) со средним содержанием: 0,25 % C (реальные значения 0,23 – 0,28 %), 0,55 % Ni (0,40 – 0,70 %), 0,50 % Cr (0,4 – 0,6 %), 0,20 % Mo (0,15 – 0,25 %).

Помимо четырех цифр в наименованиях сталей могут встречаться также и буквы. При этом буквы **B** и **L**, означающие, что сталь легирована соответственно бором (0,0005 – 0,03 %) или свинцом (0,15 – 0,35 %), ставятся между второй и третьей цифрой ее обозначения, например: **51B60** или **15L48**. Буквы **M** и **E** ставят впереди наименования стали, это означает, что сталь предназначена для производства неответственного сортового проката (буква **M**) или выплавлена в электропечи (буква **E**). И наконец, в конце наименования стали может присутствовать буква **H**, означающая, что характерным признаком данной стали является прокаливаемость.

6. Обозначения углеродистых и легированных сталей в системе AISI

Обозначение	Группа сталей
Углеродистые стали	
10XX	Нересульфинированные: Mn менее 1 %
11XX	Ресульфинированные
12XX	Рефосфорированные и ресульфинированные
15XX	Нересульфинированные: Mn более 1 %
Легированные стали	
13XX	1,75 % Mn
40XX	0,2; 0,25 % Mo или 0,25 % Mo и 0,042 % S
41XX	0,5; 0,8 или 0,95 % Cr и 0,12; 0,20 или 0,30 % Mo
43XX	1,83 % Ni, 0,50 - 0,80 % Cr, 0,25 % Mo
46XX	0,85 или 1,83 % Ni и 0,2 или 0,25 % Mo
47XX	1,05 % Ni, 0,45 % Cr и 0,2 или 0,35 % Mo
48XX	3,5 % Ni и 0,25 % Mo
51XX	0,8; 0,88; 0,93; 0,95 или 1,0 % Cr
51XXX	1,03 % Cr
52XXX	1,45 % Cr
61XX	0,6 или 0,95 % Cr и 0,13 % min или 0,15 % min V
86XX	0,55 % Ni, 0,50 % Cr и 0,20 % Mo
87XX	0,55 % Ni, 0,50 % Cr и 0,25 % Mo
88XX	0,55 % Ni, 0,50 % Cr и 0,35 % Mo
92XX	2,0 % Si или 1,40 % Si и 0,70 % Cr
50BXX	0,28 или 0,50 % Cr
51BXX	0,80 % Cr
81BXX	0,30 % Ni, 0,45 % Cr и 0,12 % Mo
94BXX	0,45 % Ni, 0,40 % Cr и 0,12 % Mo

7. Дополнительные буквы и цифры используемые для обозначения коррозионно-стойких сталей по AISI и UNS

Символ AISI	Символ UNS	Описание
xxxL	xxx01	Низкое содержание углерода (< 0,03 %)
xxxS	xxx08	Нормальное содержание углерода (< 0,08 %)
xxxN	xxx51	Добавлен азот
xxxLN	xxx53	Низкое содержание углерода (< 0,03 %) + добавлен азот
xxxF	xxx20	Повышенное содержание серы и фосфора
xxxSe	xxx23	Добавлен селен
xxxB	xxx15	Добавлен кремний
xxxH	xxx09	Расширенный интервал содержания углерода
xxxCu	xxx30	Добавлена медь

Коррозионно-стойкие стали. Обозначения стандартных коррозионно-стойких сталей по AISI включают в себя три цифры и следующие за ними в ряде случаев одну, две или более буквы. Первая цифра обозначения определяет класс стали. Так обозначения аустенитных коррозионно-стойких сталей начинаются с цифр **2XX** и **3XX**, в то время как ферритные и мартенситные стали определяются в классе **4XX**. При этом последние две цифры, в отличие от углеродистых и легированных сталей, никак не связаны с химическим составом, а просто определяют порядковый номер стали в группе. Значения букв, следующих за цифрами, даны в табл. 7.

Приведем примеры.

Сталь **304** относится к аустенитному классу, содержание углерода в ней < 0,08 %. В то же время в стали **304 L** углерода не более 0,03 %, а в стали **304 H** – 0,04 – 0,10 %. Указанная сталь, кроме того, может быть легирована азотом (тогда ее наименование будет **304 N**) или медью (**304 Cu**).

В стали **410**, относящейся к мартенситоферритному классу, содержание углерода < 0,15 %, а в стали **410 S** углерода < 0,08 %.

В стали **430 F** в отличие от стали **430** повышенное содержание серы и фосфора, а в сталь **430 F Se** добавлен еще и селен.

Система обозначений ASTM

Обозначение сталей в системе ASTM включает в себя:

- букву **A**, означающую, что речь идет о черном металле;
- порядковый номер нормативного документа ASTM (стандарта);
- собственно обозначение марки стали.

Обычно в стандартах ASTM принята американская система обозначений физических величин. В том же случае, если в стандарте приводится метрическая система обозначений, после его номера ставится буква **M**.

Стандарты ASTM, как правило, определяют не только химический состав стали, но и полный перечень требований к металлопродукции. Для обозначения собственно марок сталей и определения их химического состава может быть использована как собственная система обозначений ASTM (в этом случае химический состав сталей и их маркировка определяются непосредственно в стандарте), так и другие системы обозначений, например AISI – для прутков, проволоки, заготовки и др., или ACI – для отливок из коррозионно-стойких сталей.

Приведем примеры.

В стали **A 516 / A 516M-90 Grade 70** буква **A** указывает на то, что речь идет о черном металле; **516** – это порядковый номер стандарта ASTM (**516M** – это тот же стандарт, но в метрической системе обозначений); **90** – год издания стандарта; **Grade 70** – марка стали. В данном случае используется собственная система обозначений сталей ASTM, здесь 70 определяет минимальный предел прочности стали при испытаниях на растяжение (в ksi, что составляет около 485 Н/мм^2).

Сталь **A 276 Type 304 L** – в данном стандарте используется обозначение марки стали в системе AISI – **304 L**.

Сталь **A 351 Grade CF8M**. Здесь используется система обозначений ACI: первая буква **C** означает, что сталь относится к группе коррозионностойких, **8** – определяет среднее содержание в ней углерода (0,08 %), **M** – означает, что в сталь добавлен молибден.

Стали **A 335 / A 335M grade P22;**
A 213 / A 213M grade T22;
A 336 / A 336M class F22 — в данных примерах используется собственная маркировка сталей ASTM. Буквы означают, что сталь предназначена для производства труб (**P** или **T**) или поковок (**F**).

Сталь **A 269 grade TP304** — здесь используется комбинированная система обозначений. Буквы **TP** определяют, что сталь предназначена для производства труб, **304** – это обозначение стали в системе AISI.

Универсальная система обозначений UNS

UNS – это универсальная система обозначений металлов и сплавов. Она была создана в 1975 г. с целью унификации различных систем обозначений, используемых в США. Согласно UNS обозначения сталей состоят из буквы, определяющей группу сталей (табл. 8), и пяти цифр.

В системе UNS проще всего классифицировать стали AISI. Для конструкционных и легированных сталей, входящих в группу G, первые четыре цифры наименования – это обозначение стали в системе AISI, последняя цифра заменяет буквы, которые встречаются в обозначениях по AISI. Так буквам **B** и **L**, означающим, что сталь легирована бором или свинцом, соответствуют цифры **1** и **4**, а букве **E**, означающей, что сталь выплавлена в электропечи, – цифра **6**.

Наименования коррозионно-стойких AISI-сталей начинаются с буквы **S** и включают в себя обозначение стали по AISI (первые три цифры) и две дополнительные цифры, соответствующие дополнительным буквам в обозначении по AISI (см. табл. 7).

Приведем примеры. Углеродистая сталь **1045** имеет обозначение в системе UNS **G 10450**, а легированная сталь **4032 - G 40320**. Сталь **51B60**, легированная бором, называется в системе UNS **G 51601**, а сталь **15L48**, легированная свинцом, – **G 15484**. Коррозионно-стойкие стали обозначаются: **304 - S 30400**, **304 L - S 30401**, **304 H - S 30409**, а **304Cu - S 30430**.

8. Обозначения сталей в системе UNS

Символ	Группа сталей
Dxxxxx	Стали с предписанными механическими свойствами
Gxxxxx	Углеродистые и легированные стали AISI (за исключением инструментальных)
Hxxxxx	То же, но для прокаливаемых сталей
Jxxxxx	Литейные стали
Kxxxxx	Стали, не включенные в систему AISI
Sxxxxx	Жаростойкие и коррозионно-стойкие стали
Txxxxx	Инструментальные стали
Wxxxxx	Сварочные материалы

Система маркировки сталей в Японии

Наименования марок сталей в Японии, как правило, состоят из нескольких букв и цифр. Буквы определяют группу, к которой относится та или иная сталь, цифры – ее порядковый номер в группе или какое-нибудь свойство (например, содержание углерода, предел прочности и др.).

Конструкционные стали

Углеродистые стали обычного качества. Наименование начинается с букв **SSxxx**, за которыми следуют три цифры, указывающие минимальный предел прочности стали в Н/мм^2, например: **SS 330, SS 490** и др.

Углеродистые качественные стали. Обозначаются **S xx C**, где xx - среднее содержание углерода в стали, умноженное на сто, например: **S 12 C** (0,10 – 0,15 % C); **S 25 C** (0,22 – 0,28 % C). В том случае, если сталь имеет пониженное содержание серы и фосфора, в конце ее наименования ставится буква **K** (**S 15 CK**).

Стали для поковок. Наименование начинается с букв **SF**. Далее, в зависимости от назначения поковок, следует несколько буквенных символов и x - порядковый номер стали в группе (в скобках приведены примеры):

- поковки для сосудов высокого давления из углеродистых сталей – **SFVC x** (**SFVC 1, SFVC 2 A**);
- поковки для сосудов высокого давления из легированных сталей – **SFVA Fx** (**SFVA F 9, SFVA F 21 A**);
- поковки для сосудов высокого давления, подвергаемые термообработке, – **SFVQ x** (**SFVQ 1 A, SFVQ 2 B**).
- поковки для сосудов высокого давления для работы при низких температурах – **SFL x** (**SFL 1, SFL 3**);
- высокопрочные поковки из Cr–Mo легированных сталей для работы при высоких температурах – **SFVCM Fx** (**SFVCM F 22 B, SFVCM F 3 V**).

Стали для производства листового проката различного назначения. Маркируются буквами **SP**. Далее, в зависимости от типа могут следовать другие буквы и цифры:

- горячекатаный лист – **SPHx**, где **x = C, D, E** – определяет различные модификации стали (**SPHC, SPHD**);
- горячекатаный лист для производства труб (штрипсы) – **SPHT x**, **x** – порядковый номер стали в группе (**SPHT 1, SPHT 3**);
- холоднокатаный лист – **SPCx**, где **x = C, D, E** – также определяет различные модификации стали (**SPCD, SPCE**).

Листовой прокат для сосудов высокого давления. Маркируется разными буквами в зависимости от рабочей температуры, прочности, степени легирования и т.д.:

- толстолистовой прокат для работы при средних температурах – **SPVxxx**, xxx – предел прочности в Н/мм^2 (**SPV 355, SPV 490**);
- листовой прокат для газовых баллонов – **SGxxx**, xxx – также предел прочности (**SG 255, SG 365**);
- углеродистые стали для работы при обычных температурах – **SGVxxx**, xxx – предел прочности (**SGV 410, SGV 450**);
- прокат из Mn–Mo и Mn–Mo–Ni легированных сталей – **SBVx**, x – порядковый номер стали в группе (**SBV 1 A, SBV 3**);
- термообрабатываемый прокат из Mn–Mo и Mn–Mo–Ni легированных сталей – **SQVx**, x – также номер стали в группе (**SQV 1 B, SQV 3 A**);
- прокат из высокопрочных сталей – **SEVxxx**, xxx – предел прочности (**SEV 245, SEV 345**);
- прокат из углеродистых сталей для работы при низких температурах – **SLAxxx**, xxx – предел прочности (**SLA 235 A, SLA 410**);
- прокат из сталей, легированных Ni, для работы при низких температурах – **SLyNxxx**, где xxx – предел прочности, y – среднее содержание Ni в процентах (**SL3N 255, SL5N 590, SL9N 520**).

Стали для производства труб. Обозначение начинается с букв **ST**, далее следуют буквы, определяющие назначение стали, и цифры:

- трубы из углеродистых сталей общего назначения – **STKxxx**, xxx – предел прочности (**STK 290, STK 500**);
- трубы из углеродистых сталей для машиностроения – **STKMx**, где x – порядковый номер стали (**STKM 12 A, STKM 16 C**);
- трубы из углеродистых сталей для работы при высоком давлении – **STPGxxx** или **STSxxx**, xxx – предел прочности (**STPG 410, STS 480**);
- трубы из углеродистых сталей для работы при высоких температурах – **STPTxxx**, xxx – предел прочности (**STPT 410, STPT 480**);
- трубы из легированных сталей – **STPAx**, x – порядковый номер стали в группе (**STPA 12, STPA 24**);
- трубы для работы при низких температурах – **STPLxxx**, xxx – предел прочности (**STPL 380, STPL 450**);
- трубы из углеродистых сталей для котлов и теплообменников – **STBxxx**, xxx – предел прочности (**STB 410, STB 510**);
- трубы из легированных сталей для котлов и теплообменников - **STBAx**, x - порядковый номер стали (**STBA 20, STBA 25**);

- трубы для теплообменников для работы при низких температурах – **STBLxxx**, xxx – предел прочности (**STBL 380**, **STBL 690**);

- трубы для нагревателей нелегированные – **STFxxx**, xxx – предел прочности; легированные – **STFAx**, x – порядковый номер (**STF 410**, **STFA 24**);

- квадратные трубы – **STKRxxx**, xxx – предел прочности (**STKR 400**, **STKR 490**).

Арматурные стали. Имеют обозначение **SRxxx** или **SDxxx**, где xxx – предел прочности в Н/мм^2. Буквы **R** и **D** определяют положение ребер на поверхности прутка (**SR 235**, **SD 295**, **SD 390**).

Стали для производства катанки. Обозначение начинается с букв **SWR**, далее следуют другие буквы и цифры:

- низкоуглеродистые стали – **SWRMx**, x – порядковый номер (**SWRM 6**, **SWRM 17**);

- высокоуглеродистые стали – **SWRHx**, x – порядковый номер (**SWRH 32**, **SWRH 62 B**);

- катанка для последующей холодной обработки (волочение, штамповка) – **SWRCHx**, x – порядковый номер; в конец наименования стали добавляются буквы **R** – кипящая, **K** – спокойная, **A** – успокоенная добавлением Al (**SWRCH 8R**, **SWRCH 19 A**, **SWRCH 40K**);

- катанка для последующей холодной обработки (волочение, штамповка), легированная бором – **SWRCHBxxx**, xxx – предел прочности (**SWRCHB 231**, **SWRCHB 734**).

Автоматные стали. Имеют обозначение **SUMxx**, где xx – порядковый номер стали в группе. Если сталь легирована свинцом, то к ее обозначению добавляется буква **L** (**SUM 12**, **SUM 25**, **SUM 31 L**).

Стали для заклепок. Обозначения начинаются с букв **SVxxx**, xxx – минимальный предел прочности (**SV 330**, **SV 400**).

Стали для цепей. **SBCxxx**, xxx – предел прочности (**SBC 300**, **SBC 690**).

Пружинные стали. Наименования начинаются с букв **SUP**, далее следует порядковый номер стали (**SUP 6**, **SUP 12**).

Легированные стали. Наименования указанных сталей включают в себя буквы и цифры. Первой буквой всегда является буква **S**, далее следуют буквы, определяющие основные легирующие элементы. Для обозначения легирующих элементов могут использоваться как общепринятые их символы, так и заглавные буквы их наименований (**C** – хром, **M** – молибден, **N** – никель, **S** – кремний, **A** – алюминий). После букв могут следовать одна, две или три цифры. Если цифр одна или две, то они определяют номер стали в группе; если же цифр три, то первая из них – это порядковый номер стали, а две последние – среднее содержание углерода, умноженное на сто.

Приведем примеры:

SNC 815 – сталь легирована никелем и хромом, **8** – номер, среднее содержание углерода – 0,15 % (фактическое 0,12 – 0,18 %);

SCr 420 – сталь легирована хромом, среднее содержание углерода – 0,20 % (0,18 – 0,23 %);

SACM 645 – сталь легирована алюминием, хромом и молибденом, углерод – 0,45 % (0,40 – 0,50 %).

В конце наименований легированных сталей может присутствовать буква **H**, указывающая на особенности прокаливаемости стали (**SCM 418 H**, **SMnC 443 H**).

Инструментальные стали

Углеродистые стали. Обозначение состоит из букв **SK** и порядкового номера стали в группе (**SK 2**, **SK 6**).

Легированные стали. Обозначаются буквами **SKD**, **SKS** или **SKT**, за которыми следует порядковый номер (**SKD 6**, **SKS 43**, **SKT 4**).

Быстрорежущие стали. Наименования начинаются с букв **SKH**, за которыми следует порядковый номер (**SKH 3**, **SKH 51**).

Подшипниковые стали. Обозначение состоит из букв **SUJ** и порядкового номера (**SUJ 2**, **SUJ 5**).

Коррозионно-стойкие стали

Для обозначения коррозионно-стойких сталей в Японии используется система обозначений AISI. При этом к цифровым обозначениям AISI обязательно добавляется префикс **SUS** (**SUS 410**, **SUS 316 L**, **SUS 321 H**).

Кроме того, в середину наименования (после букв **SUS**) или в его конец могут быть добавлены и другие буквы:

- **F** – сталь используется для производства поковок (**SUS F 321**, **SUS F 304L**);

- **Y** – сталь для сварочной проволоки (**SUS Y 308 L**, **SUS Y 321**);

- **TP** – сталь для производства труб (**SUS 304 TP**, **SUS 321 HTP**).

Жаропрочные стали

Обозначаются буквами **SUH**, за которыми может следовать номер стали в группе (одна или две цифры) или обозначение AISI (три цифры), например: **SUH 4**, **SUH 21**, **SUH 310**.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ БАНКИ ДАННЫХ ПО СВОЙСТВАМ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Общие положения

Приводимые в Марочнике сведения касаются десятка свойств более чем 450 отечественных марок сталей и сплавов, наиболее часто используемых в машиностроении. Во многих случаях этого достаточно для получения специалистом необходимой информации. Однако в Марочнике представлены в основном стали и никелевые сплавы. Другие сплавы оказались ввиду ограниченности объема справочника вне его содержания. Кроме того, многие характеристики материала (сварочные, ковочные, эксплуатационные, триботехнические, механические) оказались либо неучтенными, либо представленными ограниченно.

Единственным реальным способом восполнить в настоящее время этот недостаток является использование компьютеров и создание с их помощью интегрированных баз данных, в которых сосредотачивается многоаспектная, взятая из разработанных паспортов информация о свойствах и параметрах материалов; только они позволяют оперативно и надежно перерабатывать и получать достаточно полный объем сведений об исследуемом объекте.

Однако при этом возникает другая актуальная задача – задача сбора, обработки и хранения полученной информации в памяти электронной вычислительной машины (ЭВМ).

Создание баз данных существенно повышает эффективность хранения этих данных в ЭВМ вследствие того, что:

уменьшается избыточность информации за счет использования одних и тех же данных в различных приближениях;

улучшаются условия по систематизации собранных в базе и не разрозненных теперь данных;

увеличивается надежность используемой информации;

облегчается возможность расширения и корректировки данных;

расширяются виды поиска информации;

обеспечивается соблюдение стандартов в представлении данных, что упрощает проблему их поддержки и обмена данными между различными пользователями;

улучшаются условия безопасности хранения данных, их секретности, восстановления;

обеспечивается независимость приложений от данных вследствие того, что программное обеспечение системы автоматизированного банка данных (АБД) может выполнять все необходимые преобразования форм хранимой информации к формам, которые конкретное приложение использует при представлении числовых и символьных данных, при кодировании информации, при стандартизации, при назначении приоритетов и т.п.

Тем самым создается возможность динамического развития информационных систем, не требующего изменения в программном обеспечении, обслуживающем данную систему.

В общем виде схема типичного АБД представлена на рис. 1.

Структура автоматизированного банка данных

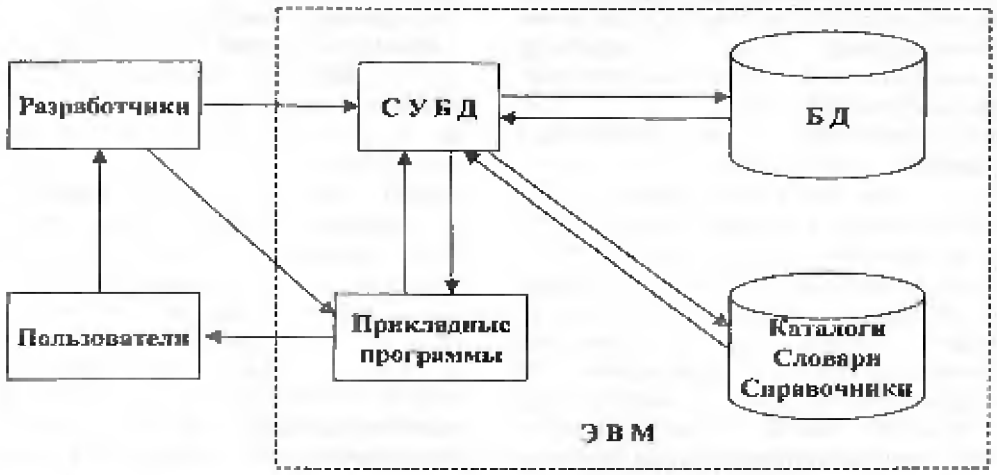


Рис. 1

Существующие и разрабатываемые АБД являются обычно проблемно-ориентированными системами, так как накопленные в них данные и программы предназначены для решения некоторой совокупности сходных по содержанию задач (проблем), что и позволяет для их информационного обеспечения создавать единую базу данных (БД). Обычно информационный банк создается для нужд нескольких родственных организаций, что также определяет комплекс близкотематических приложений.

В соответствии с выполняемой задачей и спецификой языковых средств можно выделить несколько классов банков данных.

Простейшие БД являются информационно-поисковыми системами, базирующимися на языках с элементарными процедурами логической обработки данных; на следующем уровне находятся вопросно-ответные системы, располагающие развитыми информационно-логическими языками с многоуровневой структурой и единой операционной частью; высший уровень занимают БД диалогового типа, использующие языки, способные формировать микро- и макромодели изучаемых процессов, имеющие целеобразование, умеющие обобщать, создавать оптимальные условия для принятия решений.

Для целей разрабатываемого АБД по многочисленным машиностроительным материалам, использующего персональные компьютеры класса IBM, Pentium, наиболее удобно пользоваться диалоговыми БД.

Существуют три подхода к разработке баз данных: реляционный, иерархический и сетевой, которые отличаются друг от друга способом представления связи между данными.

При реляционном подходе связи между объектами представляются так же, как объекты в математических отношениях. Для решения практических задач, имеющих дело с данными, организованными по реляционной структуре, может быть использована элементарная теория отношений. Такую информацию нетрудно привести к матричному виду.

При иерархическом и сетевом подходах связи представляются посредством отношений между элементами структуры АБД. Такие элементы могут представлять связи между объектами типа "один ко многим". Различие между сетевым и иерархическим подходами заключается в том, что при первом можно преобразовывать более сложную модель АБД, отображая отношения "многие — ко многим", и обычно в сети связи поименованы, а при втором — они безымянны.

Система управления банком данных (СУБД) представляет собой комплекс программ, который управляет всем доступом к АБД. Это сложная система накопления и последующего манипулирования данными, представляющими интерес для пользователя. Каждой прикладной программе СУБД предоставляет интерфейс с базой данных, при этом она располагает средствами непосредственного общения с программой.

Все системы управления базами данных, ориентированные на массового пользователя, должны обеспечить легкий и простой переход от традиционного файлового способа обработки данных к применению СУБД, используя накопленный опыт работы с данными.

Анализ показал, что наиболее удобно применять для создания обширного и разветвленного банка данных иерархическую структуру, однако его отдельные подсистемы являются реляционными.

Для рекламы результатов и передачи необходимой информации предполагается использовать Internet.

Сравнительные характеристики существующих АБД

Первые АБД по свойствам конструкционных материалов появились в США, Японии, ФРГ, Франции на рубеже 70-х гг. Например, "Банк данных по свойствам сталей — VDEH" (Институт материаловедения, Дюссельдорф, ФРГ), который помогает пользователям в выборе марок сталей для особых условий эксплуатации, поставляет данные о свойствах сталей с учетом различных факторов влияния. При вводе данных в АБД они предварительно проходят экспертный контроль, т.е. оцениваются на достоверность. АБД может эксплуатироваться в пакетном и диалоговом режимах. В АБД сосредоточено свыше 10 тыс. данных, относящихся к 400 маркам сталей.

В АБД, действующем при "Центре данных о механических свойствах MP-DC" (Трэверс-Сити, шт. Мичиган, США), собрано свыше 1 млн. данных о свойствах 5000 металлов и сплавов. Причем в АБД вводились только данные, полученные по стандартным методикам испытаний. База данных банка состоит из трех основных файлов: материалы, фактографические данные и условия испытаний.

Для действующих за рубежом АБД характерно широкое многообразие: по масштабам (от международных до фирменных); по ориентации (на многие отрасли науки и техники или отдельные научные проблемы); по контингенту пользователей (от широкой международной научной общественности до сотрудников отдельной фирмы); по режиму функционирования и другим факторам.

Большое внимание на Западе уделяется вопросам совместимости (технической, программной, информационной) действующих АБД с целью объединения их в национальные и международные сети банков и баз данных, доступ к которым осуществляется пользователями стран Америки, Европы, Азии через спутники космической связи.

Примером такой международной сети является MPDN (Material Property Date Network), главные разработчики которой американские специалисты, но при этом использованы данные более 170 банков различных стран мира.

Основная часть информации комплекса на английском языке, но есть в нем отдельные базы, использующие другие языки и даже языки, имеющие принципиально отличающиеся от латинского алфавиты. Связь банка с его разработчиками и потребителями осуществляется с помощью Международной сети научной и технической информации (The scientific and technical information network - STNInternational), основные центры которой находятся в Карлсруэ (Германия), Колумбусе (США) и Токио (Япония). Некоторые организации в нашей стране также являются членами STNInternational. Возможности и характеристики банка широко популяризируются, регулярно издаются информационные бюллетени.

Система "Атлас сталей мира" (Atlas of World Steels) появилась на рынке в 1992 г. Ее разработчик Eagle Software Corporation (США). Вначале это была версия для DOS, в настоящее время продается ее Windows-версия. На сегодняшний день указанная программа является, пожалуй, наиболее распространенной в мире. Широкая реклама в специализированной прессе и значительные финансовые возможности разработчиков позволили достичь такого эффекта.

Программа Atlas of World Steels содержит достаточно полную базу данных (общее число марок сталей 54 000), в которую включена информация о химическом составе и некоторых свойствах сталей. В программе реализовано два типа поиска: по известной марке стали и по известному химическому составу. Поиск по марке стали позволяет найти аналоги стали известной марки в другой стране, возможен поиск стали в базе данных, если известен только ее химический состав. Отметим, что и поиск по марке стали, и поиск по химическому составу ведутся достаточно быстро.

Среди недостатков системы Atlas of World Steel можно указать следующие:

достаточно примитивный по современным меркам интерфейс. В силу этого затруднено сравнение различных сталей между собой, ввод данных для поиска по химическому составу и др.;

база данных программы содержит устаревшие и не совсем точные сведения о марках сталей, используемых в России и других странах СНГ;

в базе данных существует достаточно много неточностей и по сталям других стран мира.

Видимо, все изложенное выше объясняет и некоторую неудовлетворенность программой, которую высказывают пользователи.

Немецкая программа "Ключ сталей" (Stahlschluessel) реализована на базе широко известного одноименного справочника, который выпускается уже около 50 лет. Данный справочник хорошо известен во всем мире и пользуется заслуженным авторитетом. Рассматриваемая программа, которая появилась на рынке в 1998 г., представляет по существу электронную версию справочника Stahlschluessel и обладает всеми его преимуществами и недостатками.

Среди преимуществ следует выделить тщательный подбор исходного материала (хотя ошибки встречаются и здесь), постоянную его обновляемость, подробную информацию о сталях, выпускаемых в Германии (химический состав, механические и другие свойства, наименования сталей, используемые различными компаниями, и др.). При этом сведения о сталях других стран мира представлены менее полно. Общее число марок сталей в базе данных – около 45 тыс.

Недостатки справочника и системы связаны с тем, что и справочник, и система в основном ориентированы на немецкий рынок. Авторы провели скрупулезные исследования, установив соответствие большого количества иностранных сталей немецким аналогам, и ввели указанную информацию в базу данных системы. Естественно, что указанная информация может быть получена очень быстро. Сложнее найти информацию о соответствии сталей других стран между собой. Такая информация может быть получена только в том случае, если у указанных сталей есть общий аналог в Германии. В противном случае найти эту информацию и в справочнике, и в программе очень трудно. Среди недостатков также следует отметить отсутствие режима поиска стали в базе данных по известному химическому составу.

В СНГ, и в России в частности, функционирует уже довольно много банков по материалам, в подавляющем большинстве они используют персональные компьютеры. Среди них можно назвать АБД "Winsteel", разработанный фирмой КванторСофт с участием ГНЦ ЦНИИТМАШ в котором приведены краткие сведения о более чем 48 тыс. сталей и сплавов в 24-х наиболее промышленно развитых странах мира. В данных содержатся следующие сведения о материале: наименование мар-

ки, химический состав, стандарты, область применения, аналоги, небольшая дополнительная информация. В системе реализованы два типа поиска: по марке стали и по химическому составу. При этом поиск по марке стали является двухуровневым: он включает в себя "быстрый поиск" (непосредственный поиск аналога в базе данных по информации, полученной авторами на основе анализа различных литературных источников: справочников, стандартов и др.) и поиск путем сравнения химических составов (здесь пользователю предоставляется возможность подобрать аналог самостоятельно, выделив в стали наиболее важные химические элементы и сравнив их содержание в образце и аналоге).

Такая структура поиска является, по мнению авторов, оптимальной: пользователь имеет возможность найти не только точный аналог, но и подобрать сталь с близким составом, если указанного аналога не существует.

Поиск по известному химическому составу реализован на тех же принципах, что и поиск по марке стали путем сравнения химических составов. Использование различных режимов поиска при этом позволяет обеспечить необходимую гибкость и результативность процесса поиска.

Для удобства работы система Winsteel снабжена Справочником пользователя (куда пользователь сможет заносить найденные им аналоги, чтобы их повторный поиск не занимал много времени), электронным Блокнотом (туда записывается для временного хранения информация о сталях и их найденных аналогах) и режимом поиска стали в базе данных по шаблону (указанный режим позволяет найти сталь в базе данных, если пользователь не совсем точно знает ее наименование).

Все изложенное выше, а также современный и удобный интерфейс, подсистема контекстной помощи (Help), подробное и удобное в использовании Руководство пользователя делают Winsteel весьма полезным инструментом для первой самой общей информации о материале и его аналогах.

Существуют отраслевые банки данных, так в ЦНИИЧермет есть банк по сталям металлургии и тяжелого машиностроения, в НИИХимМАШ – по материалам, применяемым в химической промышленности, в ВИАМ – по авиационным материалам.

Информационно-маркетинговый центр Московского института сталей и сплавов (МИСиС) создал в 1990 г. базу данных по черным и цветным металлам и сплавам. Позднее им был предложен модуль поиска зарубежных аналогов. Всего включено около 30 тыс. марок. В базе много полезных данных, например, имеются сведения о производителях проката в СНГ, но система недостаточно структурирована и слабо обновляется.

В Центральном научно-исследовательском институте металлургии и материалов – ЦНИИМ (Екатеринбург) был разработан АБД по свойствам конструкционных сталей и сплавов, он имеет широкий спектр характеристик по каждому из материалов, а методы их классификации соответствуют ныне действующему общесоюзному классификатору продукции – ОКП. Для сбора информации создан машиноориентированный паспорт материала, сведения сопровождаются ссылками на источники информации, в 1990 г. АБД зарегистрирован как составляющая комплекса MPDN. В последующие годы банк был расширен, в него включены некоторые другие стали и сплавы.

Во Всероссийском научно-исследовательском центре по материалам и веществам (ВНИЦ МВ) есть несколько банков данных, среди них особенно интересна информационная база "Новые материалы". В нее занесены данные обо всех материалах, созданных в СССР и СНГ с 1983 г., сведения о которых вошли в ГОСТы или составили предмет изобретений и патентов, в настоящее время их уже более 10 тыс. наименований. Информация включает в себя данные о технических характеристиках, физических и потребительских свойствах, назначении, технологии, отечественных и зарубежных аналогах, разработчиках и изготовителях нового материала.

Однако в связи с современными требованиями, предъявляемыми к технологическим проблемам в машиностроительных отраслях, в связи с необходимостью обслуживания создаваемых АСУТП, разработкой баз знаний и экспертных систем по анализу свойств сталей и сплавов, созданием автоматизированных систем научных исследований, ввиду желательности наиболее эффективного использования больших объемов фактической информации, накопленной в результате лабораторных и промышленных экспериментов, а также во время изготовления изделий на машиностроительных предприятиях, создан новый существенно отличный от описанных выше АБД.

Он включает не только стандартные справочно-информационные разделы с общими сведениями о марках материалов, но и очень подробные данные по их технологическим свойствам, а, в случае возможности, и по эксплуатационным характеристикам. Кроме того расширен перечень включаемых в банк материалов как отечественных (бывших советских), так и зарубежных, что позволит решить одну из важнейших проблем, связанных с оперативным выявлением аналогов изучаемых марок и возможной их заменой.

Весьма важен вопрос и о заводах-изготовителях, о сортаменте их продукции. Во многих ба-

зах, описанных выше, эта часть информации либо не охвачена вообще, либо дается конспективно. Это связано и с трудностями получения таких сведений и с нестабильностью производства и сортамента отдельных предприятий.

Банк данных по машиностроительным металлическим материалам, созданный в ГНЦ ЦНИИТМАШ, зарегистрирован в Государственном регистре баз данных под номером 0229600409.

Основные свойства создаваемого банка данных и его системы управления

Разработанный обобщенный банк данных по машиностроительным и энергетическим металлическим материалам и пластмассам предназначен для сбора, хранения, модификации информации и поиска ответов на запросы пользователей. Его можно рассматривать и как информационно-справочную систему, и как часть системы автоматизации научных исследований.

Система является информационным комплексом фактографического типа, т.е. целью поиска в ней является не отыскание каких-либо документов или сведений о них, а нахождение непосредственно запрашиваемых фактов, содержащихся в этих документах. Для реализации указанных целей СУБД выполняет функции формирования базы данных, ее ведения (обеспечение сохранности и достоверности, защита от несанкционированного доступа, обновление), обработки запросов и организации ответов на них.

СУБД включает мощный язык программирования четвертого поколения со сложным набором средств отладки.

Для реализации банка данных по машиностроительным материалам было написано более 500 прикладных программ на языке СУБД для персонального пользования.

СУБД позволяет:

в любое время обращаться к накопленной информации и вносить в нее изменения;

быстро корректировать разрабатываемые документы как по составу показателей, так и по их значениям;

оперативно производить расчеты и просматривать их результаты;

формировать и выдавать промежуточные и окончательные варианты документов, ограничивая их показателями, необходимыми для данного конкретного случая.

При проектировании банка данных особое внимание было обращено на возможность работы с ним непрофессиональных пользователей ЭВМ. За основу брались следующие критерии:

ясность и простота взаимодействия с БД;

время обработки запросов;

защита от ошибок и от пропадания информации.

Помимо этого, был разработан аппарат Help – аппарат помощи, выводящий на экран компьютера разъяснение возможных дальнейших действий пользователя, если он испытывает затруднения.

Дополнительно создана рекламно-обучающая система на русском и английском языках, которая в автоматическом режиме демонстрирует работу банка данных по металлам и действия пользователя на некотором конкретном примере. Ее полезно запустить для первоначального ознакомления с функционированием банка.

Структура банка

При разработке структуры учитывалось, что банк данных по материалам должен состоять из двух главных частей: из информационных разделов, включающих общие сведения о марках материалов, их химические и механические свойства, и из информации по технологическим характеристикам изучаемых марок. При этом именно последняя часть банка наиболее интересна для специалистов, занимающихся разработкой и эксплуатацией систем автоматизированного проектирования технологических операций, созданием новых технологий и оптимизацией существующих процессов.

На настоящий момент банк пополнился еще одной частью, необходимость введения которой выявилась в ходе опытной эксплуатации и экспертных оценок качества базы, а именно – сведениями о фирмах и заводах, являющихся изготовителями машиностроительных материалов. Разработанная подсистема банка дает возможность для каждой фирмы (завода) - производителя находить виды поставки материалов, класс сталей и (или) марки, выпускаемые фирмой, основные характеристики марок. Кроме того были включены и сведения об их изделиях (в основном, энергетиче-

ских), производимых на этих предприятиях.

Параллельно с пополнением банка по сталям, чугунам и сплавам велось создание совместимой с ним, но практически полностью автономной информационной базы по пластмассам, используемым в машиностроении и энергетике.

Необходимость разработки такой подсистемы связана с интенсивным развитием прогрессивных отраслей науки и техники, требующих создания новых конструкционных материалов, обладающих повышенными значениями физических, механических и электрических свойств, особой тепло- и химической стойкостью, низкой горючестью. Именно этим целям удовлетворяют многие виды пластических масс и композиционных материалов на их основе, что дает основание предполагать, что их производство и переработка будут в ведущих странах мира в ближайшие 10 — 15 лет одной из наиболее быстро развивающихся отраслей химической, да и всей машиностроительной промышленности.

В базу включены сведения о марках материалов, выпускаемых в настоящее время в СНГ (в первую очередь, в России, Украине, Беларуси, Казахстане), об их иностранных аналогах, об их заводах и фирмах-изготовителях, планируется привести рекомендации по применению марок. В сведениях о материале указаны его класс, содержание компонентов, гамма физических и механических свойств.

Разработана блок-схема информационного массива.

Создана информационная модель базы, готовы необходимые формы документации, ведется заполнение базы. За основу по сбору данных взят паспорт материала для функционирующего банка по сталям, сплавам и чугунам, однако пришлось существенно его переработать в связи с тем, что у пластмасс есть ряд новых характеристик, не идентичных свойствам металлических материалов.

Изложенные цели и предопределили структуру и информационную модель комплекса.

Структура банка реализует сведения, приводимые в Паспорте металлического материала и полимерного. Пояснением к виду вводимых параметров служат Реквизиты паспортов.

Сведения о фирме включают ее название, страну и подробные реквизиты (адрес, расчетный счет и т.д.), код, присвоенный фирме.

Дальнейшая информация по металлам касается видов поставки (их 11 укрупненных типов, а всего более 40, включая и изделия) и классов выпускаемых сталей и сплавов (они разбиты на 10 групп), если возможно, приводятся марки материалов. По отдельным маркам даются их код, назначение, химический состав и сведения об аналогах. Возможны обратные запросы, когда по маркам сталей и сплавов или их химсоставу или по классу сталей или даже по видам поставки и диапазону типоразмеров определяются фирмы-поставщики.

В банк вводятся данные по более чем 300 параметрам.

Схема банка с подробной расшифровкой по некоторым блокам приведена на рис. 2 — 14.

Разработаны и в основном заполнены базы по иностранным маркам и эксплуатационным свойствам материалов.

Наиболее тщательно прорабатывались характеристики, связанные с ковочными, сварочными и литейными процессами.

Для сварочных свойств разработаны специальные программы, позволяющие по данным химсостава определять класс стали, способы сварки, необходимость подогрева. Аналогичные программы составлены для определения по данным химсостава при различных температурах испытания таких физических свойств, как коэффициент диффузии водорода и коэффициент предельного насыщения водородом.

Разработана подсистема по взаимосвариваемости материалов.

Для создания методики автоматического анализа и выдачи рекомендаций по свариваемости различных сталей и сплавов была предложена схема вариантов их сочетания.

Все материалы были разбиты на 7 классов и 11 подклассов. Для каждого варианта указываются вид сварки и необходимые для этого электроды, флюсы и сварочная проволока, имеются ссылки на соответствующие стандарты и справочники. Данные касаются почти всех отечественных (бывших советских) марок, включенных в банк.

В случае появления новых материалов эксперты-специалисты по сварке ГНЦ ЦНИИТМАШ установят, к какой группе они относятся, и для них будут автоматически выданы соответствующие рекомендации.

Структура банка



Рис. 2

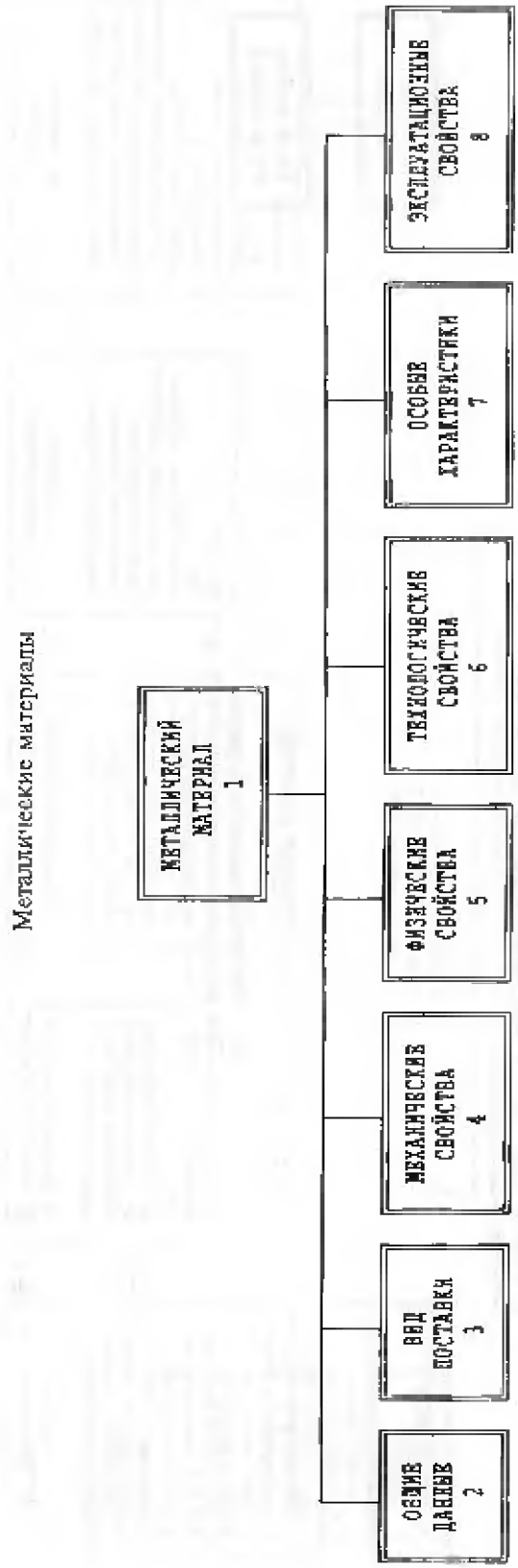
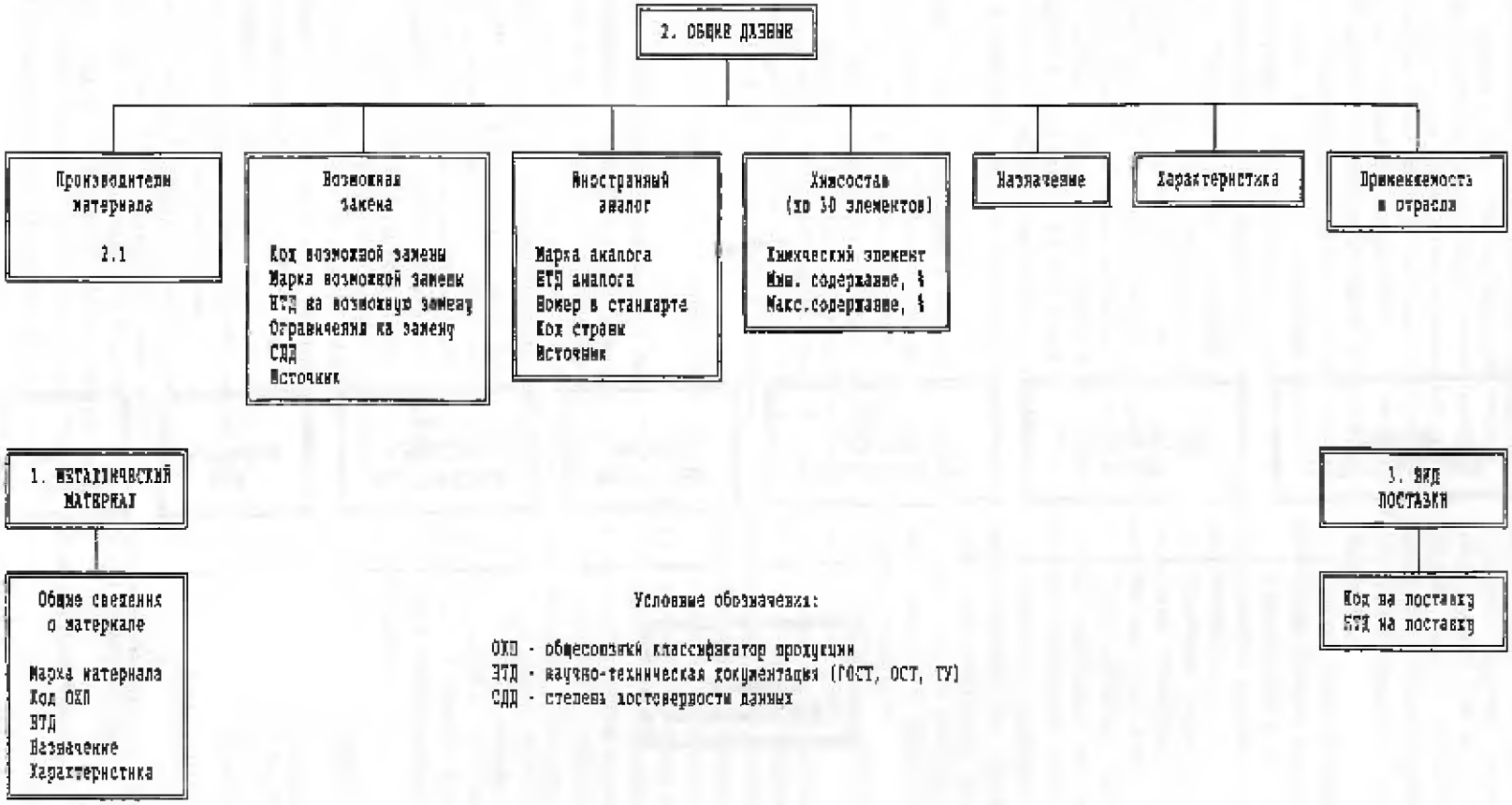

Металлические материалы
МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ 1
ОБЩИЕ ДАННЫЕ 2
ВИД ПОСТАВКИ 3
МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА 4
ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА 5
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА 6
ОСОБЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 7
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА 8

Рис. 3

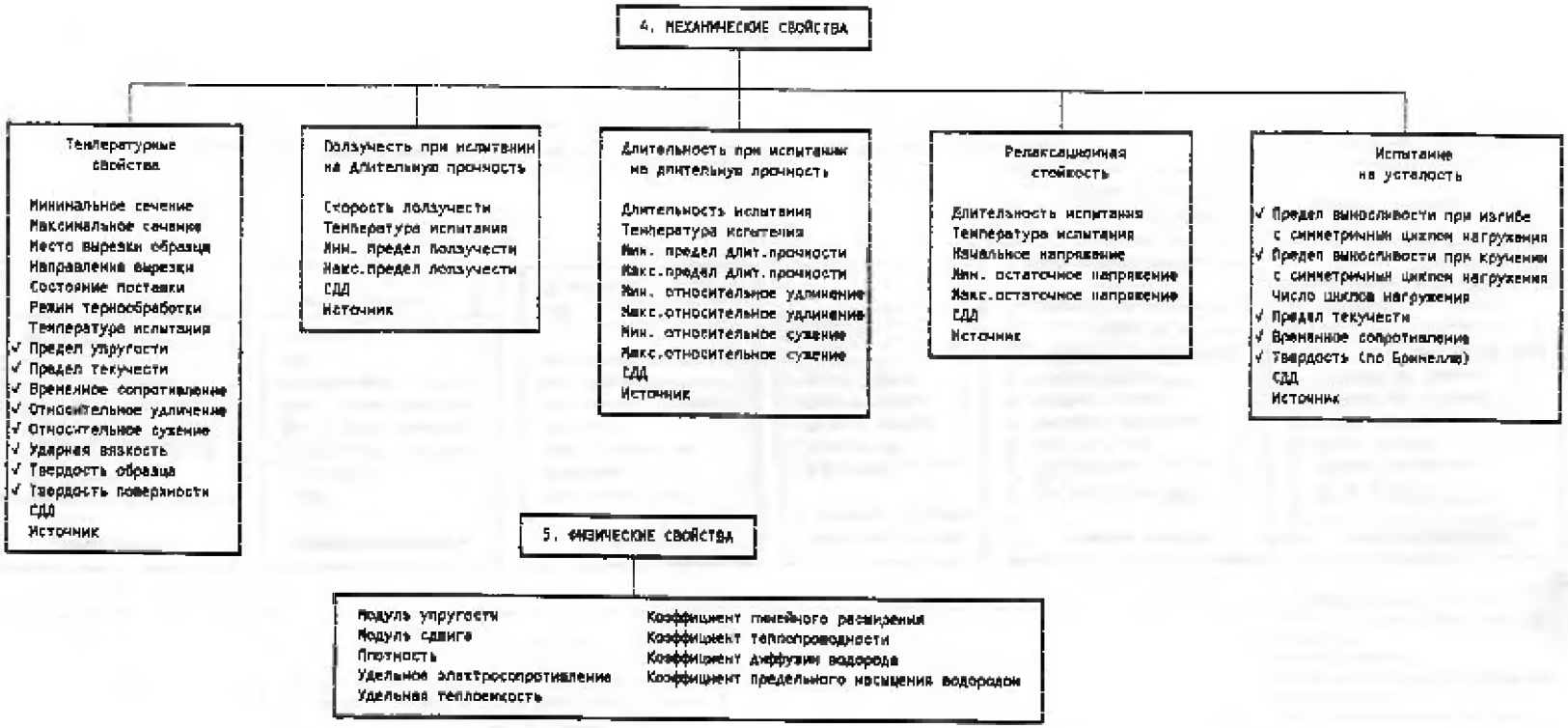
Общие сведения



Условные обозначения:

ОКП - общесоюзный классификатор продукции
НТД - научно-техническая документация (ГОСТ, ОСТ, ТУ)
СДД - степень достоверности данных

Рис. 4



Примечание:Параметры, отмеченные знаком "✓",задаются своими мин. и макс. значениями.
По каждому параметру физических свойств дается: его значение при различных температурах испытания, СДД, источник.

Рис. 5

Технологические свойства

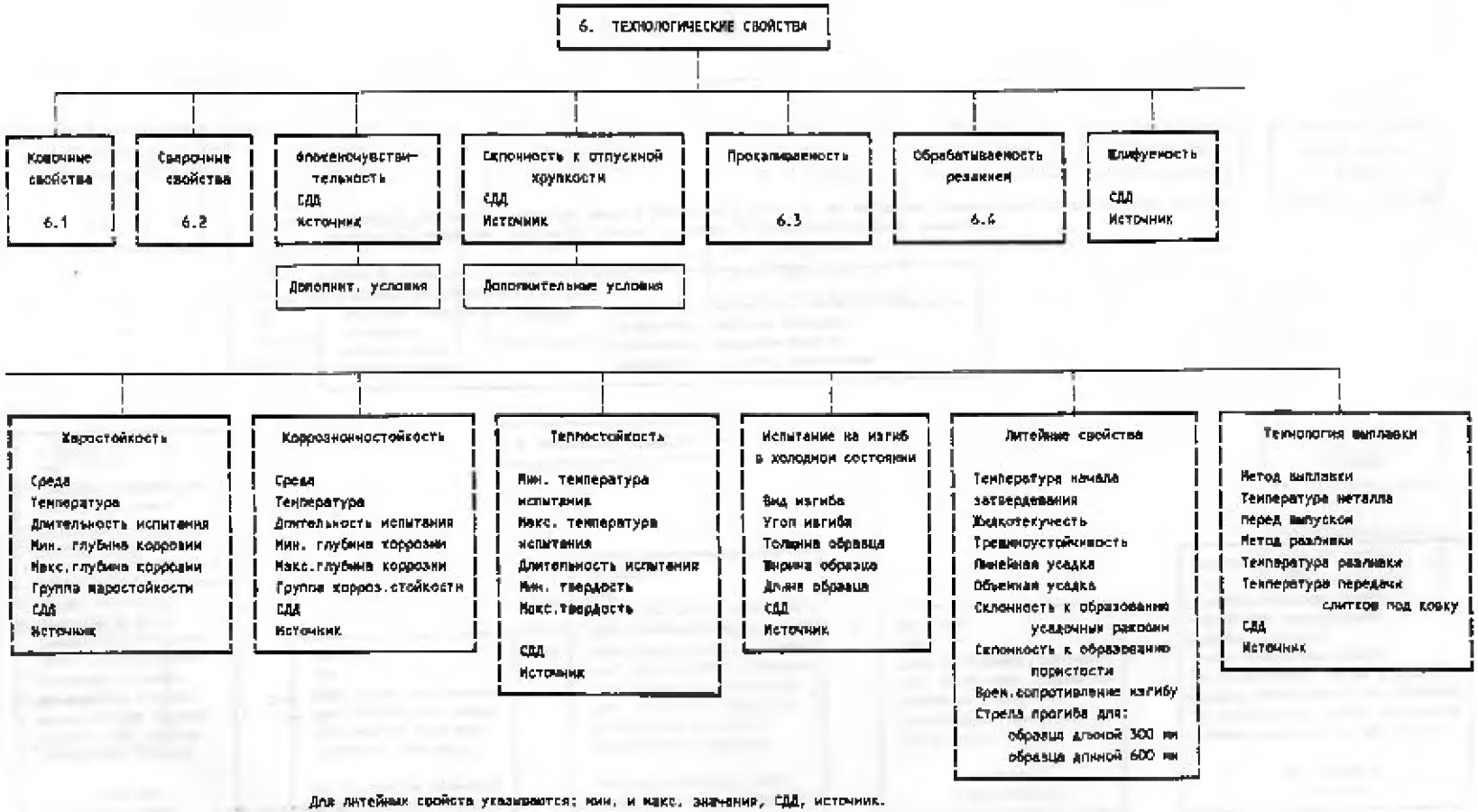


Рис. 6

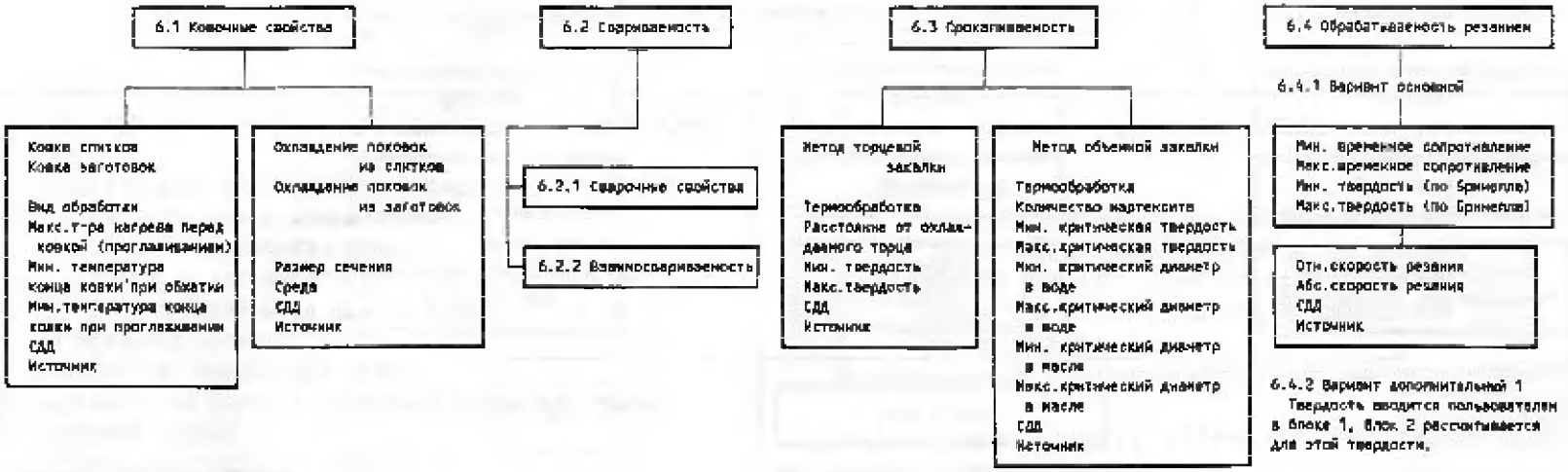

6.1 Ковочные свойства
Ковка слитков
Ковка заготовок
Вид обработки
Макс.т-ра нагрева перед ковкой (проглаживанием)
Мин. температура конца ковки при обжатии
Мин.температура конца ковки при проглаживании
СДД
Источник
Охлаждение поковок из слитков
Охлаждение поковок из заготовок
Размер сечения
Среда
СДД
Источник
6.2 Свариваемость
6.2.1 Сварочные свойства
6.2.2 Взаимосвариваемость
6.3 Прокаливаемость
Метод торцевой закалки
Термообработка
Расстояние от охлаждаемого торца
Мин. твердость
Макс.твердость
СДД
Источник
Метод объемной закалки
Термообработка
Количество мартенсита
Мин. критическая твердость
Макс.критическая твердость
Мин. критический диаметр в воде
Макс.критический диаметр в воде
Мин. критический диаметр в масле
Макс.критический диаметр в масле
СДД
Источник
6.4 Обрабатываемость резанием
6.4.1 Вариант основной
Мин. временное сопротивление
Макс.временное сопротивление
Мин. твердость (по Бринеллю)
Макс.твердость (по Бринеллю)
Отн.скорость резания
Абс.скорость резания
СДД
Источник
6.4.2 Вариант дополнительный 1
Твердость вводится пользователем в блоке 1, блок 2 рассчитывается для этой твердости.
6.4.3 Вариант дополнительный 2
В блоке 1 пользователем вводятся:
- твердость,
- характер прохода,
- марка инструментального материала,
- глубина резания.
Блок 2 рассчитывается для этих данных.

Рис. 7

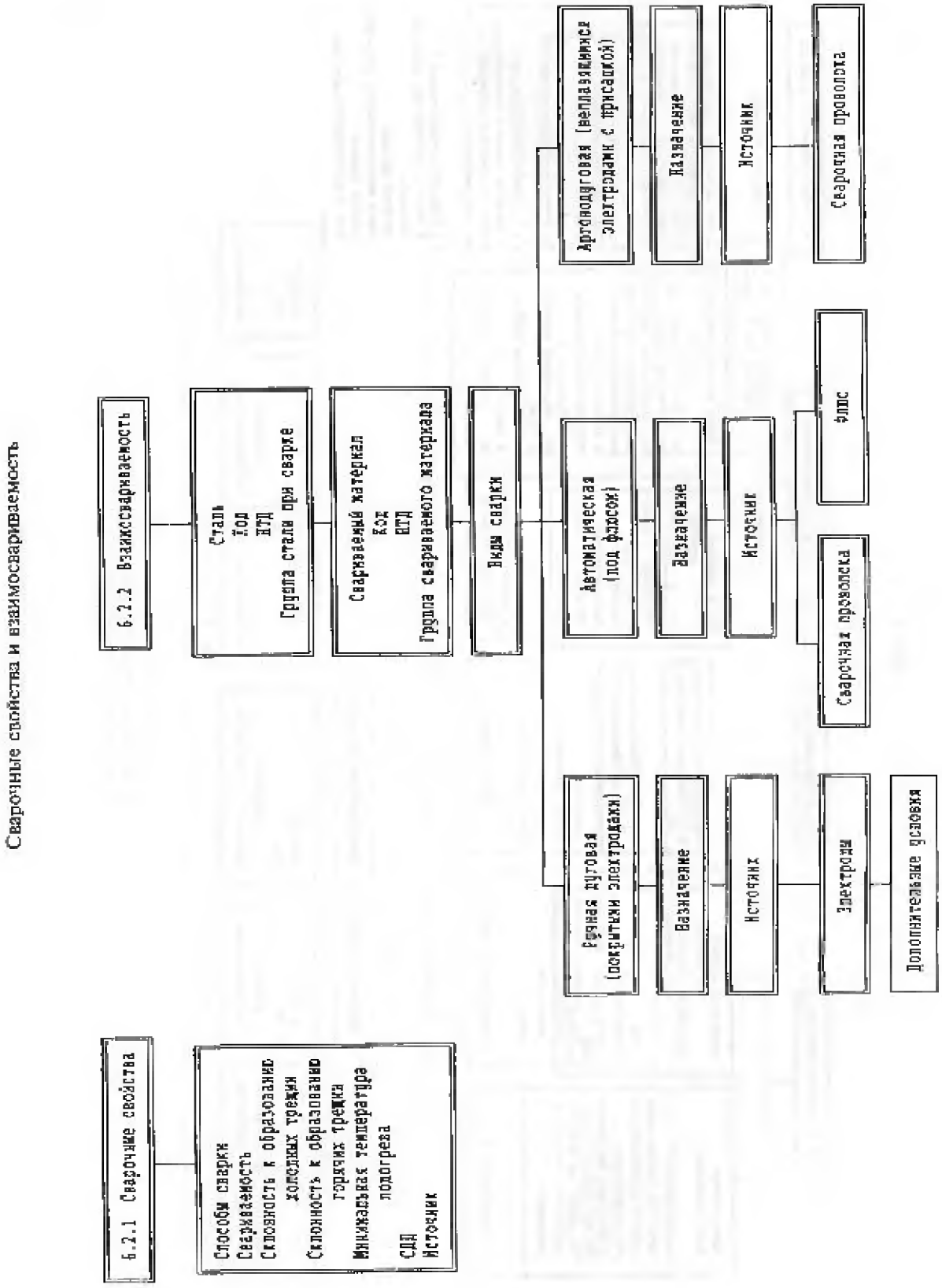

Сварочные свойства и взаимосвариваемость
6.2.1 Сварочные свойства
Способы сварки
Свариваемость
Склонность к образованию
холодных трещин
Склонность к образованию
горячих трещин
Минимальная температура
подогрева
СОП
Источник
6.2.2 Взаимосвариваемость
Сталь
Год
НТД
Группа стали при сварке
Свариваемый материал
Код
НТД
Группа свариваемого материала
Виды сварки
Ручная дуговая
(покрытыми электродами)
Автоматическая
(под флюсом)
Автодуговая (неплавящимся
электродами с присадкой)
Назначение
Источник
Электроды
Сварочная проволока
Флюс
Сварочная проволока
Дополнительные условия

Рис. 8

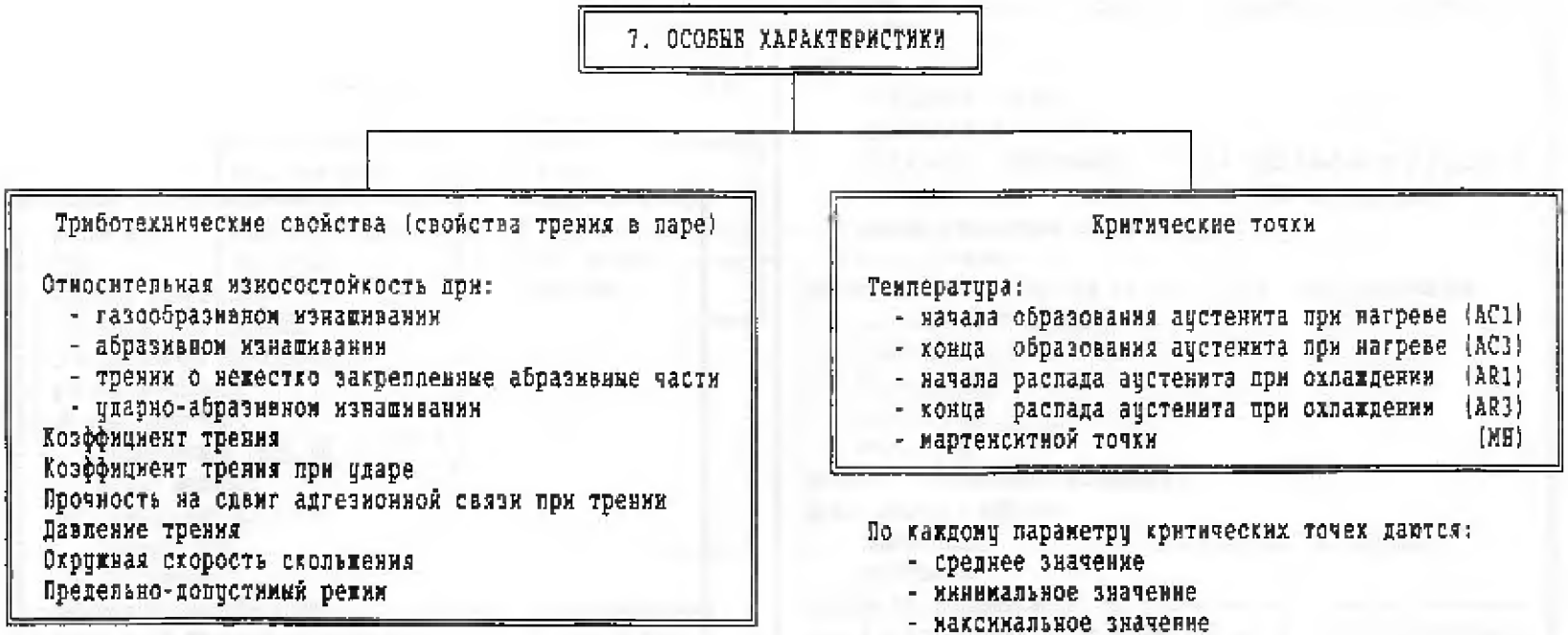

7. ОСОБЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
Триботехнические свойства (свойства трения в паре)
Относительная износостойкость при:
- газообразном изнашивании
- абразивном изнашивании
- трении о нежестко закрепленные абразивные части
- ударно-абразивном изнашивании
Коэффициент трения
Коэффициент трения при ударе
Прочность на сдвиг адгезионной связи при трении
Давление трения
Окружная скорость скольжения
Предельно-допустимый режим
По каждому параметру триботехнических свойств даются:
- минимальное значение
- максимальное значение
- СДД
- источник
Критические точки
Температура:
- начала образования аустенита при нагреве (AC1)
- конца образования аустенита при нагреве (AC3)
- начала распада аустенита при охлаждении (AR1)
- конца распада аустенита при охлаждении (AR3)
- мартенситной точки (MH)
По каждому параметру критических точек даются:
- среднее значение
- минимальное значение
- максимальное значение
- СДД
- источник

Рис. 9

Эксплуатационные свойства

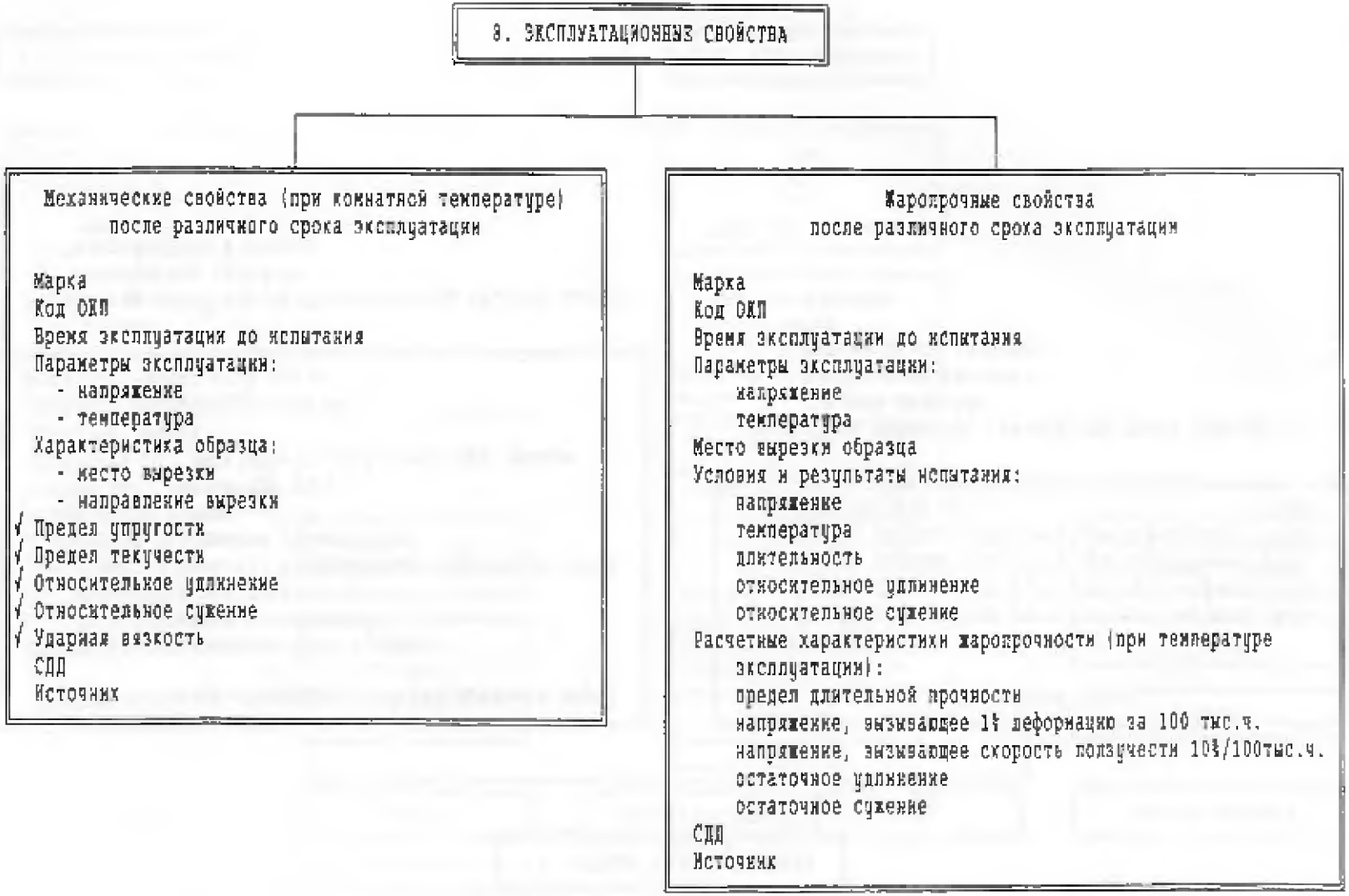


Рис. 10

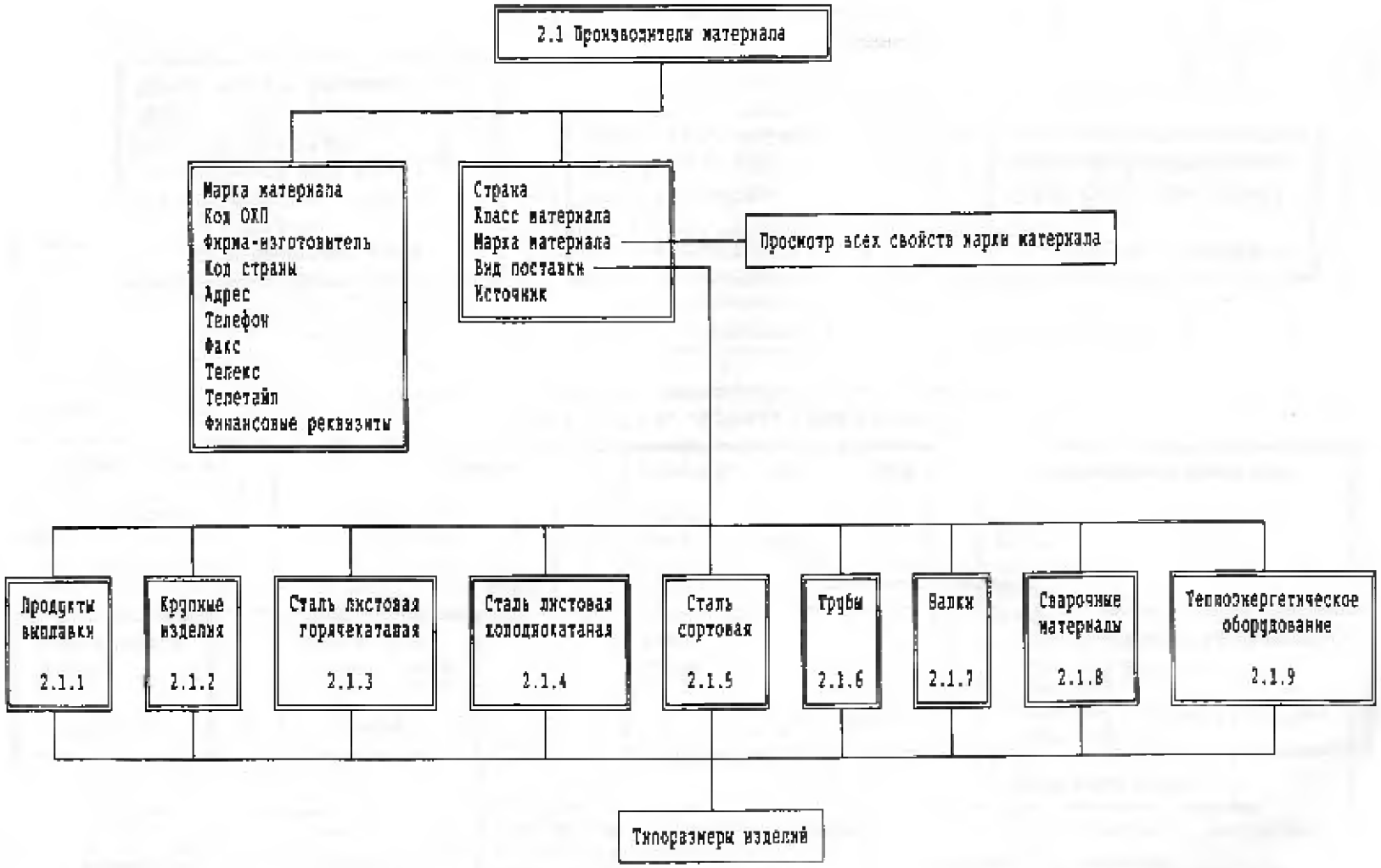

2.1 Производители материала
Марка материала
Код ОКП
Фирма-изготовитель
Код страны
Адрес
Телефон
Факс
Телекс
Телетайп
Финансовые реквизиты
Страна
Класс материала
Марка материала
Вид поставки
Источник
Просмотр всех свойств марки материала
Продукты выплавки 2.1.1
Крупные изделия 2.1.2
Сталь листовая горячекатаная 2.1.3
Сталь листовая холоднокатаная 2.1.4
Сталь сортовая 2.1.5
Трубы 2.1.6
Валки 2.1.7
Сварочные материалы 2.1.8
Теплоэнергетическое оборудование 2.1.9
Типоразмеры изделий

Рис. 11

Продукция

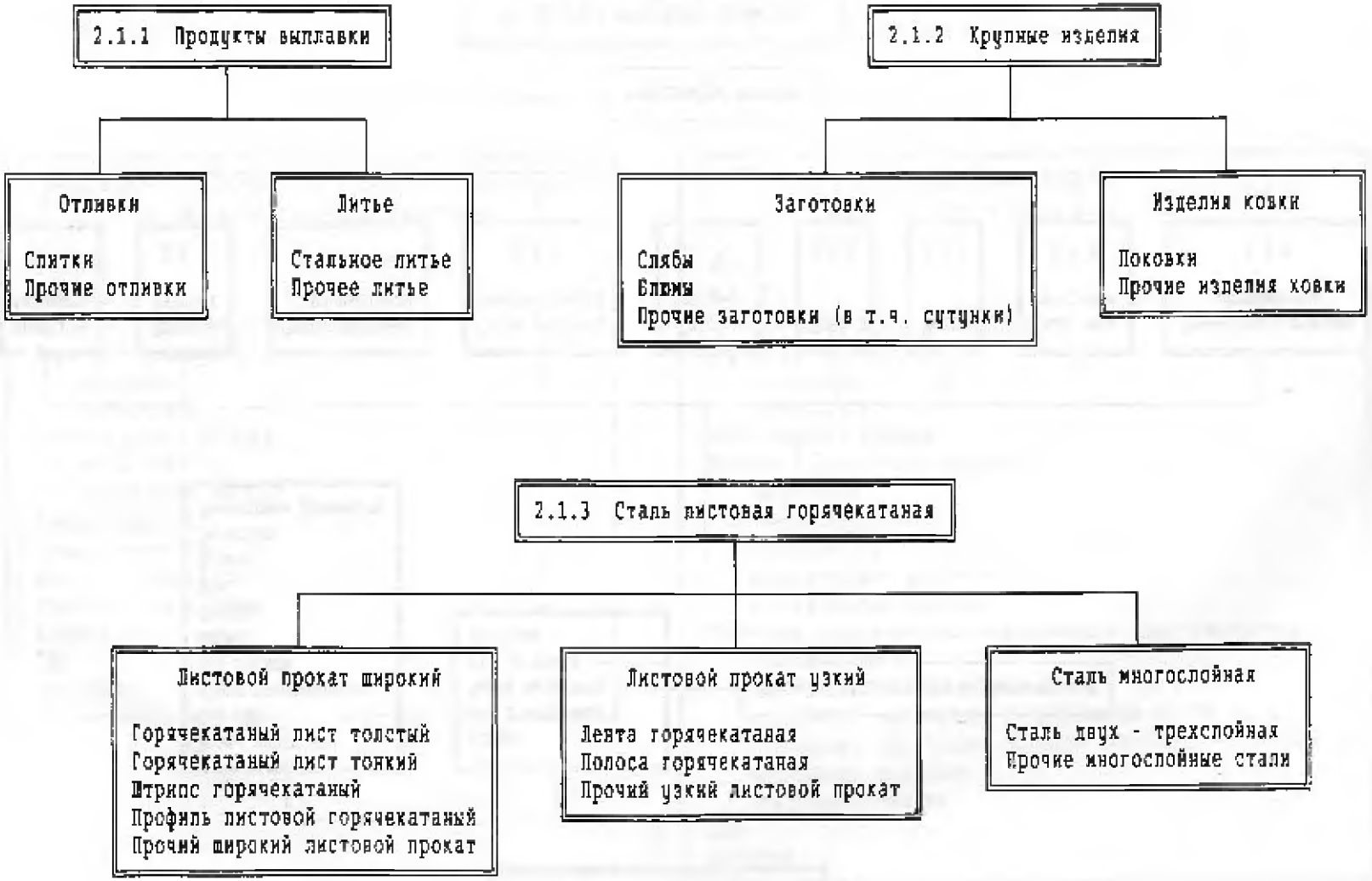


Рис. 12

Продукция

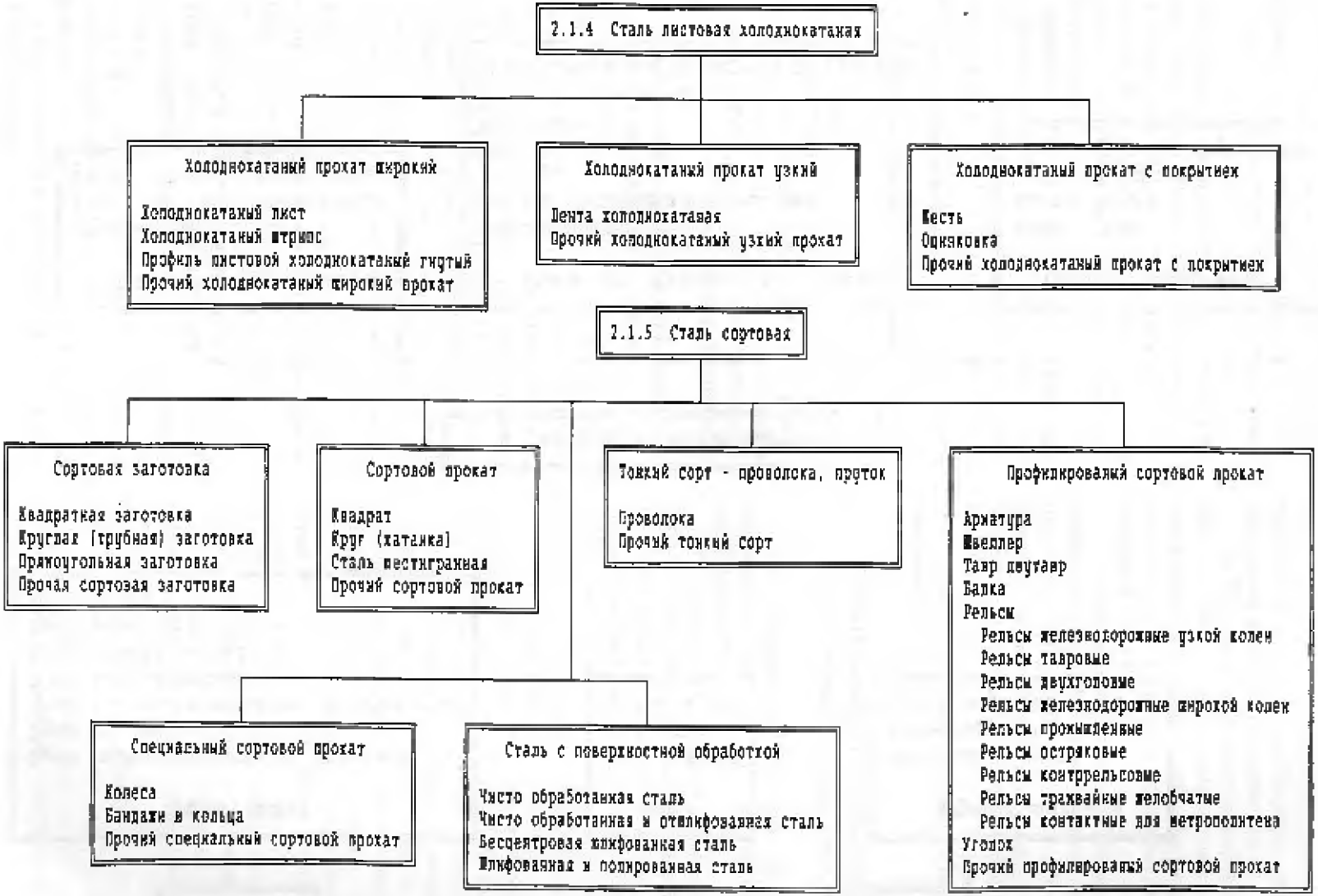


Рис. 13

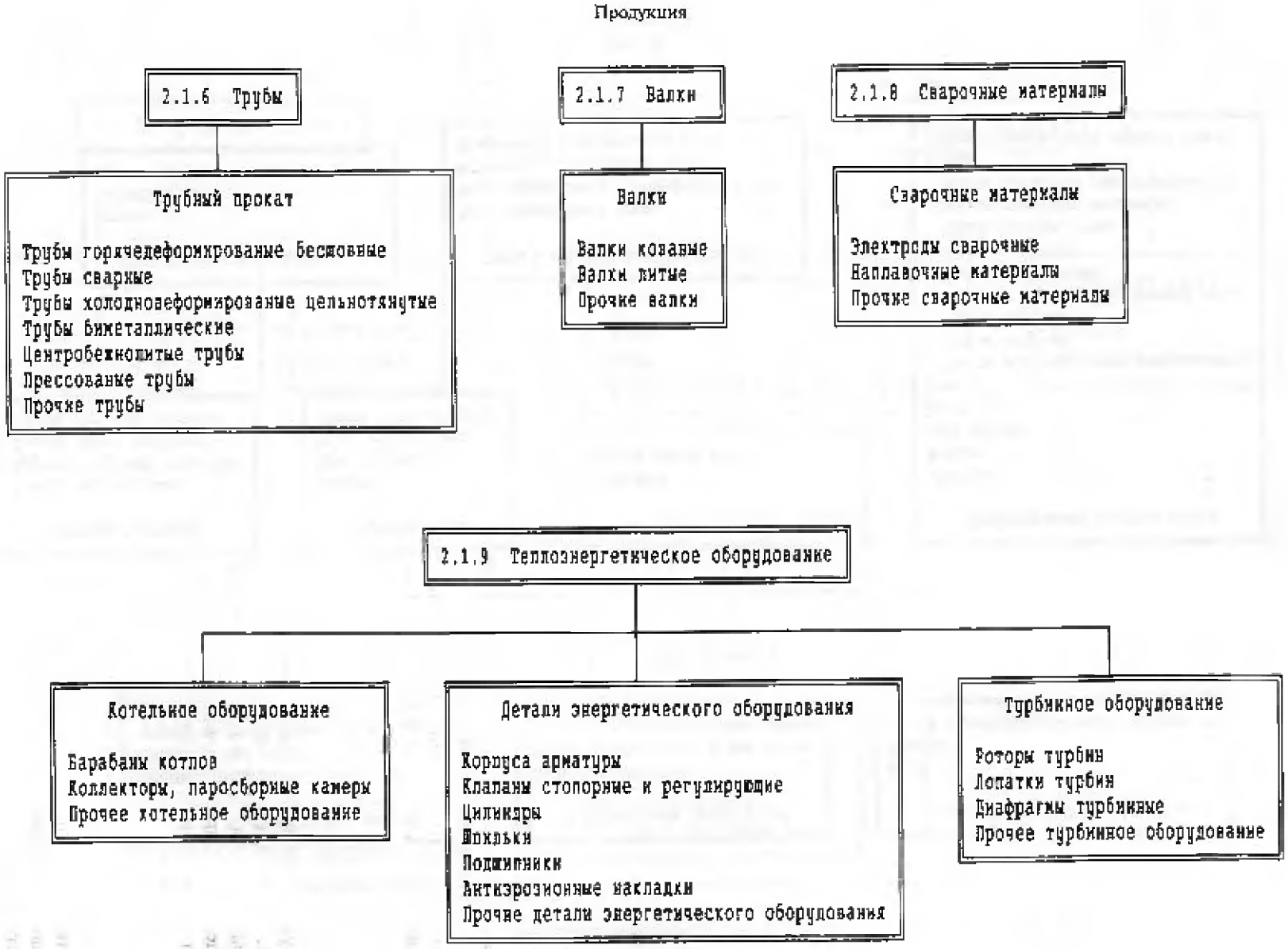

Продукция
2.1.6 Трубы
Трубный прокат
Трубы горячедеформированные бесшовные
Трубы сварные
Трубы холоднодеформированные цельнотянутые
Трубы биметаллические
Центробежнолитые трубы
Прессованные трубы
Прочие трубы
2.1.7 Валки
Валки
Валки кованые
Валки литые
Прочие валки
2.1.8 Сварочные материалы
Сварочные материалы
Электроды сварочные
Наплавочные материалы
Прочие сварочные материалы
2.1.9 Теплоэнергетическое оборудование
Котельное оборудование
Барабаны котлов
Коллекторы, паросборные камеры
Прочее котельное оборудование
Детали энергетического оборудования
Корпуса арматуры
Клапаны стопорные и регулирующие
Цилиндры
Шпильки
Подшипники
Антикоррозионные накладки
Прочие детали энергетического оборудования
Турбинное оборудование
Роторы турбин
Лопатки турбин
Диафрагмы турбинные
Прочее турбинное оборудование

Рис. 14

Для литейных свойств были внимательно изучены процессы и характеристики технологии выплавки и было предложено принять в рассмотрение несколько ранее не учитывавшихся показателей.

Добавлены новые показатели и к обычно рассматриваемым триботехническим свойствам (трение в паре): давление трения, окружная скорость скольжения и предельно допустимый режим; по некоторым материалам введены новые триботехнические данные.

Большое внимание уделено степени достоверности данных, для всей информации, помещенной в банк, имеются ссылки на соответствующие источники (ГОСТы, РТМ, ТУ, отчеты, техническую и справочную литературу).

Формы сбора информации

Входным документом системы является машиноориентированный паспорт материала. В него помещают собранные данные о материале: основные механические, физические, технологические и эксплуатационные свойства, характеризующие марку материала, сведения о фирмах-производителях.

Паспорт металлов имеет 18 форм-листов или 28 страниц, в него включена информация об общих сведениях о марке (3 листа), видах поставки (1 лист), механических (4 листа), жаропрочных (1 лист), физических (1 лист) и технологических (4 листа) свойствах, классах стали и марках, выпускаемых определенными фирмами-производителями (3 листа, 13 страниц), аналогах (1 лист).

Паспорт пластмассы меньше (10 листов), в него входят общие сведения о материале (4 листа), информация о фирмах-производителях (1 лист), физических (2 листа) и механических (3 листа) свойствах.

Программное обеспечение рассчитано на естественную форму представления информации в паспорте. Символьные реквизиты и целые числа так и записываются, в смешанном числе целая часть отделяется от дробной десятичной точкой.

При заполнении паспорта проставляется оценка достоверности данных согласно следующим критериям:

1) ССД – стандартные справочные данные, т.е. достоверные данные о физических константах и свойствах важнейших веществ и материалов, обладающие наивысшей точностью и утвержденные Госстандартом;

2) СД – справочные (информационные) данные о свойствах материалов, представленные в числовом или аналитическом виде, достоверность которых не оценена Госстандартом;

3) РД – рекомендуемые справочные данные, т.е. аттестованные достоверные данные о свойствах материалов, имеющие требуемую точность или рекомендуемые опытными специалистами соответствующей отрасли.

Список использованных источников информации превышает 800 наименований. В нем учтены результаты разработок ГНЦ ЦНИИТМАШ и других предприятий отрасли, а также стандартизованные и литературные данные по общим свойствам сталей, чугунов, сплавов и пластмасс, их химическим, физическим, механическим и технологическим характеристикам.

Программное обеспечение банка. Взаимодействие пользователя с банком

Банк данных по свойствам материалов на персональном компьютере функционирует под управлением СУБД.

СУБД является мощным современным инструментальным средством по работе с базами данных. Она представляет собой комплекс программ, обеспечивающих создание, поддержку и модификацию баз данных: производство поиска и вывода данных; защиту от несанкционированного доступа к данным; сервисные возможности.

Основным средством доступа к данным является диалоговый язык программирования, являющийся языком высокого уровня. Именно на этом языке и составлены программы обработки информационных данных в банке. Одна из программ является главной, осуществляющей общее руководство всей структурой базы данных, кроме того создано более 500 вспомогательных программ, которые обеспечивают ввод-вывод информации, поиск ответов на запросы, их распечатку и т.д.

За один просмотр информации обрабатывается один запрос. Информация, отвечающая данному запросу, выбирается из банка данных и запоминается в некотором промежуточном файле. Последующий запрос имеет дело уже с этим файлом и т.д. Таким образом, последовательная обработка всех запросов в конце концов оставит только нужную информацию (при этом предусмотрена возможность отката на предыдущий уровень массива запросов).

Взаимодействие пользователя PC с банком данных осуществляется следующим образом.

После входа выясняется, какую часть банка предполагается использовать — основную (банк по металлам) или базу по пластмассам.

В первом случае переходят к главному меню банка по металлам:

1. Отечественные материалы.
2. Иностранные материалы.
3. Фирмы и заводы-изготовители.
4. Работа со словарями.
5. Работа с системой.
6. Выход из системы.

При обращении к пунктам 1 — 3 главного меню происходит переход к основным меню соответствующих разделов, о которых будет сказано ниже.

Пункт 4 поддерживает работу со словарями, в которых содержатся перечни разновидностей параметров системы с кодами или сокращениями, используемыми в АБД.

Пункт 5 включает в себя основные процедуры, обеспечивающие существование системы, ее тестирование (проверка правильности и надежности функционирования), работу с паролями (защита информации от вмешательства несанкционированного пользователя), сжатие баз (для экономии памяти компьютера), архивирование и разархивирование системы, специальные функции, работу с дискетой.

Основное меню для отечественных материалов имеет вид:

1. Просмотр материалов.
2. Ввод и корректировка материалов.
3. Запросы.
4. Работа с базами.
5. Классификатор.
6. Ретро.
7. Выход.

С помощью пункта 1 меню можно просмотреть нужные характеристики выбранной марки материала (прямой запрос).

С помощью пункта 2 меню можно ввести новые или скорректировать имеющиеся данные по каждой марке материала.

Пункт 3 меню позволяет пользователю найти в базе те марки материалов, которые удовлетворяют поставленным им условиям (обратный запрос).

Результаты работы с запросами можно просмотреть на экране дисплея или распечатать.

Пункт 4 предназначен для специалиста — системного программиста, он позволяет менять структуру банка и его разделов, обычному пользователю без подготовки в него входить не рекомендуется.

Пункт 5 обеспечивает возможность выделить отдельные классы материалов и, если нужно, работать только с ними, что повышает скорость получения информации и облегчает пользование ею.

Пункт 6 меню — это выход на указатель, позволяющий идентифицировать материалы, имеющие различные обозначения.

Основные меню для иностранных материалов и по фирмам-изготовителям аналогичны предыдущему, только в них отсутствуют пункты 5 и 6.

С помощью этих меню можно получить информацию о сталях, сплавах и чугунах промышленно развитых стран мира, а также о предприятиях, выпускающих машиностроительные материалы, включая виды их поставки, классы сталей и (или) марки, производимые на заводе, основные характеристики марок, сведения об изделиях, изготовляемых из таких материалов.

При работе с базой данных пользователь имеет возможность в любой момент обратиться к Help (подсказка) за помощью.

Разработанное меню ведет пользователя по всем этапам работы с банком данных, позволяя в то же время в любой момент отказаться от любого ранее планировавшегося действия.

При работе пользователя с банком данных не требуется никаких предварительных знаний и навыков работы на персональном компьютере.

Однако не все пункты меню доступны рядовому пользователю. Существует система запретов, связанная с паролями. Просмотр банка доступен всем, однако к работе с запросами допускаются уже не все. А к выполнению отдельных пунктов меню, позволяющих, например, получить доступ к коррекции банка или к паролям, может быть допущена лишь специально подготовленная администрация банка данных. При этом полномочия того или иного члена администрации также определяются возможностями, связанными с его личным паролем.

Перспективы развития системы

Ввод в эксплуатацию АБД позволяет существенно улучшить научно-информационное обеспечение предприятий и организаций машиностроения достоверными данными о свойствах материалов, оказание помощи специалистам по сравнению и выбору оптимальных для конкретного случая

материалов. При этом существенно сокращаются затраты и время на поиск данных, создаются условия для повышения качества проектируемых машин и оборудования, существенного снижения их металлоемкости.

Особенно эффективно использование АБД в комплексе, например, в рамках межнациональной сети баз данных MPDN.

Качественным сдвигом в развитии банка данных является разработка экспертной системы (ЭС) с одновременным превращением базы данных в базу знаний.

Цель экспертной системы состоит в оказании помощи пользователям на основе применения знаний об изучаемой области, полученных от весьма широкого спектра источников: книг, статей, научно-технической документации, мнений экспертов-специалистов. В ЭС хранится информация, обобщающая коллективный опыт, накопленный в исследуемом направлении.

Анализ теоретических результатов и практических реализаций в области искусственного интеллекта показывает, что между АБД с развитой структурой и базой знаний нет и не может быть четкой границы. Данные постоянно трансформируются в знания, поэтому развитие концепции АБД (включение в СУБД словарей и справочников данных, добавление простейших программ их обработки, само построение модифицированной схемы АБД) неизбежно приводит к идее базы знаний.

База знаний отличается от базы данных не столько внутренней организацией, сколько назначением. Данные в базе данных предназначены для выдачи ответа на запрос пользователя, а "знания" в базе знаний всегда связаны с процедурами их применения, в частности, из знаний могут быть выведены дополнительные данные.

База знаний имеет практическое значение не сама по себе, а лишь как компонент экспертной системы.

Экспертную систему можно определить как комплекс программ, базирующихся на накопленных в ЭВМ знаниях, позволяющих в диалоговом режиме решать задачи, требующие в обычных условиях опыт и интуицию высококвалифицированных специалистов. Для представления знаний могут быть использованы два подхода: активный, предполагающий использование знаний в процессе принятия (выбора) решения, и пассивный, используемый для описания состояний.

Первый подход основывается на правилах вывода, причем основная идея правил вывода заключается в четком разграничении содержания каждого правила и его применения. Экспертные системы могут насчитывать от нескольких сот до нескольких тысяч таких правил.

Второй подход к представлению знаний основывается на так называемых "фреймах", описывающих стереотипные состояния и ситуации. Фрейм состоит из нескольких полей, выражающих разные признаки одного объекта. Для характеристики поля используются: имя признака, диапазон его значений, а также процедуры, выявляющие методы определения значений признака, и действия, которые при этом необходимо выполнить.

Помимо базы знаний неотъемлемым компонентом ЭС является управляющая система. Как правило, управляющая система включает в себя подсистемы:

получения знаний от экспертов (устроенную так, что при необходимости эксперты могут корректировать первоначально введенные знания);

диалога с пользователем, предназначенную для ввода фактов, которыми он располагает;

решения задач, которая отыскивает решение, применяя заложенные экспертом знания к фактам, задаваемым пользователем;

интерпретации, позволяющую пользователю или эксперту следить за ходом рассуждений при решении конкретной задачи.

В укрупненном виде структура ЭС изображена на рис. 15.

В процессе работы диалоговый процессор переводит сообщение пользователя с обычного языка в машинный вид. Формализованное описание задания подается на вход постпроцессора (планировщика), который трансформирует это сообщение в рабочую программу и производит в случае необходимости требуемые расчеты. Постпроцессор представляет собой комплекс специальных программ для преобразования поступающей информации и постоянно контактирует с базой знаний. Из нее в планировщик поступает информация о сути проблемы, способах ее решения и о программах, необходимых для этого. Данные, получаемые из базы знаний, являются входными для применяемых прикладных программ. Для того чтобы пользователь мог не только получить определенный результат (рекомендацию), но и убедиться в обоснованности сделанных компьютером выводов, в структуру может быть включена подсистема объяснения, которая должна следить за работой постпроцессо-

Структура экспертной системы



Рис. 15

ра, фиксировать принимаемые им в альтернативных случаях решения и выдавать их в удобной для заказчика форме. Кроме того предусмотрен еще один канал ввода информации, через который могут поступать либо сведения, основанные на опыте или интуиции эксперта, либо необходимые данные из книг и других источников.

Экспертные системы и базы знаний создаются, в основном, в расчете на непрофессиональных пользователей ЭВМ. Все, что требуется от пользователей, – это ввод с клавиатуры ответов на вопросы и подсказки, выводимые программой на экран дисплея. Чем больше знаний и правил содержит система, тем более ценной она является для пользователя с точки зрения обоснованности решений и круга решаемых задач, и тем эффективнее будет организация непосредственного взаимодействия пользователя с РС.

Именно в этом направлении развивается АБД по материалам, созданная в ГНЦ ЦНИИТМАШ. Кроме того она постоянно модифицируется за счет введения новых характеристик и получения текущей информации о машиностроительных материалах по всему миру.

Поэтому система является надежным и удобным расширением Марочника.

СТАЛИ И СПЛАВЫ

РАЗДЕЛ 1. СТАЛИ И СПЛАВЫ КОНСТРУКЦИОННЫЕ 56

Стали углеродистые обыкновенного качества 56

Стали углеродистые качественные 72

Стали низколегированные 114

Стали легированные 140

Стали целевого назначения 245

Стали и сплавы высоколегированные, коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные 255

Сплавы на железоникелевой основе 339

Сплавы на никелевой основе 343

РАЗДЕЛ 2. СТАЛИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ 362

Стали углеродистые и легированные 362

Стали штамповые 370

Стали валковые 398

Стали быстрорежущие 414

РАЗДЕЛ 3. СТАЛИ И СПЛАВЫ ДЛЯ ОТЛИВОК 423

Стали для отливок 423

Сплавы на никелевой основе для отливок 501

Раздел 1. СТАЛИ И СПЛАВЫ КОНСТРУКЦИОННЫЕ

СТАЛИ УГЛЕРОДИСТЫЕ ОБЫКНОВЕННОГО КАЧЕСТВА

Марки стали	Вид поставки
Ст0	Сортовой прокат — ГОСТ 535–88. Лист — ГОСТ 14637–89.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 380–94										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	As	N	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
≤ 0,23	—	—	≤ 0,060	≤ 0,070	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,080	≤ 0,010	735	854	682	835

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 535–88	В горячекатаном состоянии			До 20		300	18	—	—		—
				Свыше 20 до 40		300	18	—	—		
				Свыше 40		300	15	—	—		
ГОСТ 14637–89	В горячекатаном состоянии			До 20		300	23	—	—	d=2,5a	—
				Свыше 20 до 40		300	22	—	—	d=3,5a	
				Свыше 40 до 160		300	20	—	—	d=3,5a	

Назначение. Второстепенные нерассчитываемые элементы сварных и несварных конструкций и несответственные детали: пастилы, арматура, подкладки, шаббы, перила, кожухи, обшивки и др.

Предел выносливости $\sigma_{-1} = 167$ Н/мм² при $\sigma_в = 305$ Н/мм²

Технологические характеристики

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ.	В горячекатаном состоянии при 103–107 НВ и $\sigma_в = 470$ Н/мм² $K_т = 2,10$ (твердый сплав), $K_т = 1,65$ (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Ковка		Коррозионная стойкость		
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Среда	Температура испытания, °С	Скорость коррозии, мм/год
Слиток	1280–750	Морская вода	20	0,105
Заготовка	1300–700			

Марка стали	Вид поставки
Ст2кп	Листы — ГОСТ 14637–89, ГОСТ 16523–97.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 380–94

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	As	N
0,09–0,15	≤ 0,05	0,25–0,50	≤ 0,050	≤ 0,040	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,080	≤ 0,010

Температура критических точек, °С

Ac_3	Ac_1	Ar_3	Ar_1
735	854	682	835

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
					не менее						
ГОСТ 14637–89	В горячекатаном состоянии			До 20	215	320–410	33	—	—	d=1,5a	—
				Свыше 20 до 40	205		32	—	—	d=2,5a	
				Свыше 40 до 100	195		30	—	—	d=2,5a	
				Свыше 100 до 160	185		30	—	—	d=2,5a	
ГОСТ 16523–97	Термически обработанный горячекатаный лист			До 2,0	—	300–480	21	—	—	d=0	
				Свыше 2,0	—	300–480	23	—	—	d=a	
	Термически обработанный холоднокатаный лист			До 2,0	—	300–480	24	—	—	d=0	
				Свыше 2,0	—	300–480	26	—	—	d=a	

Назначение. Несъемные детали, требующие повышенной пластичности или глубокой вытяжки; малонагруженные элементы сварных конструкций, работающие при постоянных нагрузках и при положительных температурах.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
176–196	—	При $\sigma_в$ = 323–412 Н/мм².	24–64	13–16	8	8	—	—	Горячекатаное состояние. Пруток 140–150 мм.

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1280–750	До 1000	На воздухе		На воздухе
Заготовка	1300–750	> 1000	В закрытой песочной яме		

Свариваемость

Сваривается без ограничений.
Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ.
Для толщин свыше 36 мм рекомендуется подогрев и последующая термообработка.
Группа Б — свариваемость гарантируется по требованию заказчика.
Группа В — свариваемость гарантируется.

Обрабатываемость резанием

В горячекатаном состоянии при ≤ 137 НВ
K_v = 2,0 (твердый сплав),
K_v = 1,6 (быстрорежущая сталь)

Флокеночувствительность

Не чувствительна

Склонность к отпускной хрупкости

Не склонна

Марка стали	Вид поставки
Ст2пс	Лист — ГОСТ 14637–89, ГОСТ 16523–97.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 380–94

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu
0,09–0,15	0,05–0,15	0,25–0,50	≤ 0,050	≤ 0,040	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,080	≤ 0,010	≤ 0,30

Температуре критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
735	854	682	835

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
					не менее						
ГОСТ 14637–89	В горячекатаном состоянии			До 20	225	330–430	32	—	—	d=1,5a	
				Свыше 20 до 40	215	330–430	31	—	—	d=2,5a	
				Свыше 40 до 100	205	330–430	29	—	—	d=2,5a	
				Свыше 100 до 160	195	330–430	29	—	—	d=2,5a	
ГОСТ 16523–97	Горячекатаный лист в термически обработанном состоянии			До 2,0	—	300–480	21	—	—	d=0	
				Свыше 2,0	—	300–480	23	—	—	d=a	
	Холоднокатаный лист в термически обработанном состоянии			До 2,0	—	300–480	24	—	—	d=0	
				Свыше 2,0	—	300–480	26	—	—	d=a	

Назначение. Неответственные детали, требующие повышенной пластичности или глубокой вытяжки, малонагруженные элементы сварных конструкций.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
176–206	—	При $\sigma_в$ = 330–430 Н/мм².	24–64	13–16	8	8	—	—	

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Обжиг поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Обжиг поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Обжиг поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Обжиг поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и ЭШ. При толщине свыше 36 мм рекомендуется подогрев и последующая термообработка. КТ – без ограничений.	В горячекатаном состоянии при ≤ 137 НВ K_v = 2,0 (твердый сплав); K_v = 1,6 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
Ст2еп	Лист — ГОСТ 14637–89, ГОСТ 16523–97. Трубы — ГОСТ 8731–74.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 380–94										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,09–0,15	0,15–0,30	0,25–0,50	≤ 0,050	≤ 0,040	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,080	≤ 0,010	≤ 0,30	735	854	682	835

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{т,д}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
					не менее						
ГОСТ 8731–74	По НД			ø 20–820 s 2,5–36	216	343	24	—	—	—	
ГОСТ 14637–89	В горячекатаном состоянии			До 20	225	330–430	32	—	—	d=1,5a	
				Свыше 20 до 40	215	330–430	31	—	—	d=2,5a	
				Свыше 40 до 100	205	330–430	29	—	—	d=2,5a	
				Свыше 100 до 160	195	330–430	29	—	—	d=2,5a	
ГОСТ 16523–97	Горячекатаный лист в термически обработанном состоянии			До 2,0	—	360–480	21	—	—	d=0	
				Свыше 2,0	—	360–480	23	—	—	d=a	
	Холоднокатаный лист в термически обработанном состоянии			До 2,0	—	360–480	24	—	—	d=0	
				Свыше 2,0	—	360–480	26	—	—	d=a	

Назначение. Неответственные детали, требующие повышенной пластичности или глубокой вытяжки, малонагруженные элементы сварных конструкций.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
176–206	—	При $\sigma_в$ = 335–430 Н/мм².	23–63	13–16	8	8	—	—	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Свариается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и ЭШ. При толщине более 36 мм рекомендуется подогрев и последующая термообработка. КТ – без ограничений.	В горячекатаном состоянии при ≤ 137 НВ K_v = 2,0 (твердый сплав), K_v = 1,6 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
Ст3кп	Сортовой и фасонный прокат — ГОСТ 535–88. Лист — ГОСТ 14637–89, ГОСТ 16523–97.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 380–94

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	As	N
0,14–0,22	≤ 0,05	0,30–0,60	≤ 0,050	≤ 0,040	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,080	≤ 0,010

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
735	850	680	835

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
					не менее						
ГОСТ 14637–89	В горячекатаном состоянии			До 20	235	360–460	27	—	—	d=1,5a	—
				Свыше 20 до 40	225	360–460	26			d=2,5a	
				Свыше 40 до 100	215	360–460	24			d=2,5a	
				Свыше 100 до 160	195	360–460	24			d=2,5a	
ГОСТ 16523–97	Горячекатаный лист в термически обработанном состоянии			До 2,0	—	360–530	20	—	—	d=a	
				Свыше 2,0	—	360–530	22	—	—	d=2a	
	Холоднокатаный лист в термически обработанном состоянии			До 2,0	—	360–530	22	—	—	d=a	
				Свыше 2,0	—	360–530	24	—	—	d=2a	
ГОСТ 535–88	В горячекатаном состоянии			До 10	235	360–460	27	—	—	d=a	
				Свыше 10 до 20	235	360–460	27	—	—	d=a	
				Свыше 20 до 40	225	360–460	26	—	—	d=2a	
				Свыше 40 до 100	215	360–460	24	—	—	d=2a	
				Свыше 100	185	360–460	24	—	—	d=2a	

Назначение. Для второстепенных и малонагруженных и несущих элементов сварных и несварных конструкций, работающих при температуре от – 40 до + 400°С.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С					Примечание
$^{-1}\sigma_{-1}$	τ_{-1}		+ 20	0	– 10	– 20	– 30	
175	—	При $\sigma_в$ = 380 Н/мм².	91–102	61–87	12–70	13–54	6–10	Лист толщиной 10–12 мм
			41–143	15–72	9–16	8–12	—	Лист толщиной 16–20 мм
			38–117	—	6–13	6–13	7–9	Лист толщиной 30–32 мм
			65–152	85–114	85–116	14–64	—	Фасонный прокат толщиной ≤ 12 мм

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1280–750	До 1000	На воздухе		На воздухе
Заготовка	1300–750	Более 1000	В закрытой песочной яме		

Свариваемость

Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Для толщин свыше 36 мм рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием

В горячекатаном состоянии при 124 НВ и $\sigma_в$ = 410 Н/мм²
K_v = 1,8 (твердый сплав),
K_v = 1,6 (быстрорежущая сталь)

Флокеночувствительность

Не чувствительна

Склонность к отпускной хрупкости

Не склонна

Марка стали	Вид поставки
Ст3пс	Сортовой и фасонный прокат — ГОСТ 535–88. Лист — ГОСТ 14637–89, ГОСТ 16523–97. Поковки — ГОСТ 8479–70.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 380–94										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	As	N	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0.14–0.22	0,05–0,15	0,40–0,65	≤ 0,050	≤ 0,040	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,080	≤ 0.010	735	850	680	835

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
					не менее						
ГОСТ 14637–89	В горячекатаном состоянии			До 20	245	370–480	26	—		d=1,5a	—
				Свыше 20 до 40	235	370–480	25	—		d=2,5a	
				Свыше 40 до 100	225	370–480	23	—		d=2,5a	
				Свыше 100 до 160	205	370–480	23	—		d=2,5a	
				От 5 до 9	—	—	—		34[1] 39[1] 78		
				От 10 до 20	—	—	—		34[1] 29[3] 69		
				От 21 до 25	—	—	—		29[3] 69		
				От 26 до 40	—	—	—		49		
ГОСТ 8479–70	Нормализация			До 100	195	390	26	55	59		111–156
				От 100 до 300	195	390	23	50	54		
ГОСТ 535–88	В горячекатаном состоянии			До 10	245	370–480	26	—	—	d=a	
				Свыше 10 до 20	245	370–480	26	—	—	d=a	
				Свыше 20 до 40	235	370–480	25	—	—	d=2a	
				Свыше 40 до 100	225	370–480	23	—	—	d=2a	
				3,0–9,9	—	—	—		108[1] 49[2] 49[4]		
				10–25	—	—	—		98[1] 29[2] 29[4]		
				26–40	—	—	—		88[1]		

Ст3пс	Механические свойства при комнатной температуре										
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 16523–97	В термически обработанном состоянии горячекатаный лист			До 2,0	—	360–530	20	—	—	d=a	
				Свыше 2,0	—	360–530	22	—	—	d=2a	
	В термически обработанном состоянии холоднокатаный лист			До 2,0	—	360–530	22	—	—	d=a	
				Свыше 2,0	—	360–530	24	—	—	d=2a	

[1] KCV – при комнатной температуре.

[2] KCV – при минус 20°С.

[3] KCU – при минус 20°С.

[4] KCU после механического старения.

Назначение. Прокат категорий 2 и 3 – несущие и ненесущие элементы сварных и несварных конструкций и деталей, работающие при положительных температурах; категории 4 – несущие элементы сварных конструкций, работающие при переменных нагрузках в области температур от – 20°С при условии заказа и поставки с гарантируемой свариваемостью. Прокат категории 5 толщиной до 10 мм – несущие элементы сварных конструкций, работающие при переменных нагрузках в температурном интервале от – 40 до + 425°С; толщиной от 10 до 25 мм – несущие элементы, работающие при переменных нагрузках в области положительных температур, а также несущие элементы сварных конструкций, работающие при температуре от – 40 до + 425°С, при условии поставки с гарантируемой свариваемостью.

Листы – для электросварных труб, работающие при температуре до 300°С и давлении до 1,6 Н/мм². Детали котлов и трубопроводов, выполненные из листа толщиной до 12 мм, предназначенные для эксплуатации при температуре до 200°С и давлении до 1,6 Н/мм².

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Примечание
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
191	—	Лист толщиной 40 мм в горячекатаном состоянии, $\sigma_в$ = 440 Н/мм².	56–129	13–130	7–114	8–58	—	—	Лист толщиной 12–30 мм.
213	—		73–200	81–240	—	—	—	—	Фасонный прокат толщиной до 16 мм.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1280–750	До 1000	На воздухе		На воздухе
Заготовка	1300–750	> 1000	В закрытой песочной яме		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Для толщин свыше 36 мм рекомендуется подогрев и последующая термообработка.	В горячекатаном состоянии при 124 НВ и $\sigma_в$ = 410 Н/мм² K_v = 1,8 (твердый сплав). K_v = 1,6 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
Ст3сп	**Сортовой и фасонный прокат** — ГОСТ 535–88. **Лист** — ГОСТ 14637–89, ГОСТ 16523–97, ТУ 108.11.908–87, ТУ 14–1–5032–91, ТУ 302.02.988–92. **Поковки** — ГОСТ 8479–70.

Массовая доля элементов, %										НД	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	As	N		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,14–0,22	0,15–0,30	0,40–0,65	≤ 0,050 ≤ 0,045	≤ 0,040 ≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,080	≤ 0,010 ≤ 0,008	ГОСТ 380–94 ТУ 302.02.988–92	735	850	680	835

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 14637–89	В горячекатаном состоянии			До 20	245	370–480	26	—		d=1,5a	—
				Свыше 20 до 40	235	370–480	25	—		d=2,5a	
				Свыше 40 до 100	225	370–480	23	—		d=2,5a	
				Свыше 100 до 160	205	370–480	23	—		d=2,5a	
				От 5 до 9	—	—	—		34[1] 39[3] 78		
				От 10 до 20	—	—	—		34[1] 29[1] 69		
				От 21 до 25	—	—	—		29[3] 69		
				От 26 до 40	—	—	—		49		
ГОСТ 16523–97	Горячекатаный лист в термически обработанном состоянии			До 2,0	—	370–530	20	—	—	d=a	
				Свыше 2,0	—	370–530	22	—	—	d=2a	
	Холоднокатаный лист в термически обработанном состоянии			До 2,0	—	370–530	22	—	—	d=a	
				Свыше 2,0	—	370–530	24	—	—	d=2a	
ГОСТ 535–88	В горячекатаном состоянии			До 10	255	380–490	26	—	—	d=a	
				Свыше 10 до 20	245	370–480	26	—	—	d=a	
				Свыше 20 до 40	235	370–480	25	—	—	d=2a	
				Свыше 40 до 100	225	370–480	23	—	—	d=2a	
				Свыше 100	205	370–480	23	—	—	d=2a	
				3,0–9,9					108[1] 49[2]		
				От 10 до 25					98[1] 29[2]		
				От 26 до 40					88[1]		

Ст3сп	Механические свойства при комнатной температуре									
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 14-1-5032-91				До 20	245	370-480	26			d=1,5a	
				Свыше 20 до 40	235	370-480	25			d=2,5a	
				Свыше 40 до 50	225	370-480	23 δ_5 ≥ 10		24,5[3] Тк ≤ 30°С	d=2,5a	
				От 5 до 9					78		
				От 10 до 25					39[1] 69		
				От 26 до 40					29[1] 49		
ГОСТ 8479-70	Нормализация	900-950	Воздух	До 100	195	390	26	55	59		111-156
				Свыше 100 до 300	195	390	23	50	54		111-156
ТУ 302.02.988-92				До 20	260	412-530	27			d=1,5a	
				21-40	250		26			d=2,5a	
				41-60	240		24				
				61-100	235	402-520	23				
				101-160	226						

[1] KCV – при комнатной температуре.

[2] KCV – при минус 20°С.

[3] KCU – при минус 20°С.

Назначение. Листы по ГОСТ 14637-89 категории 2, 3 и 6 – несущие элементы сварных и несварных конструкций и деталей, работающих при положительных температурах. Листы категории 5 – несущие элементы сварных конструкций, работающих при переменных нагрузках, толщиной до 25 мм – в интервале температур от – 40 до + 425°С, при толщине свыше 25 мм – в интервале температур от – 20 до + 425°С; при условии поставки с гарантируемой свариваемостью.

Листы для электросварных труб, работающих при температуре до 360°С и давлении до 1,6 Н/мм². Детали котлов и трубопроводов, выполненные из листа толщиной до 12 мм, и кованые детали, предназначенные для эксплуатации при температуре до 200°С и давлении до 1,6 Н/мм².

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С					Примечание
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 50	
195[1] 95[2]	— —	Лист толщиной 40 мм в горячекатаном состоянии	41–208	40–71	31–68	9–63	11–28	Лист толщиной 10–42 мм
Образцы диаметром 10 мм: [1] гладкие, [2] с надрезом			86–206	71–89	50–79	43–53	14–28	Фасонный прокат толщиной 12 мм

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1280–750	До 1000	На воздухе		На воздухе
Заготовка	1300–750	> 1000	В закрытой песочной яме		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Для толщин свыше 36 мм рекомендуется подогрев и последующая термообработка.	В горячекатаном состоянии при 124 НВ. $\sigma_в$ = 410 Н/мм², K_v = 1,8 (твердый сплав), K_v = 1,6 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
Ст3Гпс	Лист — ГОСТ 14637–89.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 380–94

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	As	N
0,14–0,22	≤ 0,15	0,80–1,10	≤ 0,050	≤ 0,040	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,080	≤ 0,010

Температуры критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
					не менее						
ГОСТ 14637–89	В горячекатаном состоянии			До 20	245	370–490	26			d=1,5a	—
				Свыше 20 до 40	235	370–490	25				
				Свыше 40 до 100	225	370–490	23	—	—	d=2,5a	
				Свыше 100 до 160	205	370–490	23				
				От 5 до 9	—	—	—		34[1] 39[2] 78		
				От 10 до 20	—	—	—		34[1] 29[2] 69		
				От 21 до 30	—	—	—		29[2] 69		
				От 31 до 40	—	—	—		49		

[1] KCV – при комнатной температуре.
[2] KCU – при минус 20°С.

Назначение. Листовой прокат толщиной от 10 до 36 мм – для несущих элементов сварных конструкций, работающих при переменных нагрузках и температурах от – 40 до + 425°С; толщиной свыше 36 мм – для несущих элементов сварных конструкций, работающих при переменных нагрузках и температурах от – 20 до + 425°С; для несущих элементов сварных конструкций, работающих при температурах от – 40 до + 425°С, при условии заказа и поставки с гарантируемой свариваемостью.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С					Примечание
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	
185[3]	—	Горячекатаный лист толщиной 40 мм. База испытания 10^7 циклов.	91–199	55–132	35–128	—	26–113	Лист толщиной 12–20 мм
105[4]	—		89–135	57–100	24–98	—	16–70	Лист толщиной 30 мм
Образцы диаметром 10 мм:			165–183	96–105	95–103	21–47	10–37	Лист толщиной 40 мм
[3] гладкие			133–177	73–133	18–86	20–57	7–31	Лист толщиной 50 мм
[4] с надрезом			118–224	79–208	33–149	—	17–135	Фасонный прокат толщиной 10–20 мм

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1250–800				
Заготовка	1250–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Для толщин свыше 36 мм рекомендуется подогрев и последующая термообработка.	При 124 НВ и $\sigma_в$ = 400 Н/мм² $K_т$ = 1,8 (твердый сплав). $K_т$ = 1,6 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
15ГСп	Лист — ГОСТ 14637–89. Поковки — ГОСТ 8479–70

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 380–94										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,14–0,20	0,15–0,30	0,80–1,10	≤ 0,050	≤ 0,040	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,080	≤ 0,010	≤ 0,30				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 14637–89	В горячекатаном состоянии			До 20	255	390–570	23			d=1,5a	
				Свыше 20 до 40	245	390–570	24			d=2,5a	
				5–9	—	—	—		78 34[1] 39[2] 39[3]		
				10–20	—	—	—		69 34[1] 29[2] 29[3]		
				21–30	—	—	—		69 29[2] 29[3]		
				31–40	—	—	—		49 29[2] 29[3]		
ГОСТ 8479–70	Нормализация			До 100	195	390	26	55	59		111–156

[1] KCV – при комнатной температуре.
[2] KCU – при минус 20°С.
[3] KCU после механического старения.

Назначение. Листовой прокат толщиной от 10 до 36 мм – для несущих элементов сварных конструкций, работающих при переменных нагрузках и температурах от – 40 до + 425°С, толщиной свыше 30 мм – для несущих элементов сварных конструкций, работающих при переменных нагрузках и температурах от – 20 до + 425°С, и для ненесущих элементов сварных конструкций, работающих при температурах от – 40 до + 425°С, при условии заказа и поставки с гарантируемой свариваемостью.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение заготовок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Для толщин свыше 36 мм рекомендуется подогрев и последующая термообработка.	В горячекатаном состоянии при 124 НВ и $\sigma_в$ = 410 Н/мм² $K_т$ = 1,8 (твердый сплав), $K_т$ = 1,6 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
Ст5пс	Лист — ГОСТ 14637–89, ГОСТ 16523–97.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 380–94										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,28–0,37	0,05–0,15	0,50–0,80	≤ 0,050	≤ 0,040	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,080	≤ 0,010	≤ 0,30	730	825	690	815

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
					не менее						
ГОСТ 14637–89	В горячекатаном состоянии			До 20	285	490–630	20	—	—	d=3,5a	
				Свыше 20 до 40	275	490–630	19	—	—	d=4,5a	
				Свыше 40 до 100	265	490–630	17	—	—	d=4,5a	
				Свыше 100 до 160	255	490–630	17	—	—	d=4,5a	
ГОСТ 16523–97	Горячекатаный лист в термически обработанном состоянии			До 2,0	—	400–680	17	—	—	—	—
				Свыше 2,0	—	400–680	19	—	—		—
	Холоднокатаный лист в термически обработанном состоянии			До 2,0	—	400–680	19	—	—	—	—
				Свыше 2,0	—	400–680	21	—	—		—

Назначение. Детали клепаных конструкций, болты, гайки, ручки, тяги, втулки, ходовые валики, клинья, шайбы, рычаги, упоры, шпыри, пальцы, стержни, ходовые валики, звездочки, трубные решетки, фланцы и другие детали, работающие при температуре от 0 до + 425°С.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1260–750	До 800	На воздухе		
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и ЭШ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка. КТ – без ограничений.	В горячекатаном состоянии при 156–159 НВ и $\sigma_в$ = 630 Н/мм² K_v = 1,2 (твердый сплав), K_v = 1,2 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
Ст5сп	Лист — ГОСТ 14637–89, ГОСТ 16523–97. Поковки — ГОСТ 8479–70. Сортовой и фасонный прокат — ГОСТ 535–88. Трубы — ГОСТ 8731–74.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 380–94

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	As	N
0,28–0,37	0,15–0,30	0,50–0,80	≤ 0,050	≤ 0,040	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,080	≤ 0,010

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
730	825	690	815

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
					не менее						
ГОСТ 535–88	В горячекатаном состоянии			До 10	295	490–630	20	—	—	d=3a	
				Свыше 10 до 20	285	490–630	20	—	—	d=3a	
				Свыше 20 до 40	275	490–630	19	—	—	d=4a	
				Свыше 40 до 100	265	490–630	17	—	—	d=4a	
				Свыше 100	255	490–630	17	—	—	d=4a	
ГОСТ 8479–70	Нормализация	850–880	Воздух	До 100	245	470	22	48	49	—	143–179
				100–300	215	430	20	48	49		123–167
				300–500	195	390	20	45	49		111–156
	Отпуск	550–650	Воздух	500–800	195	390	18	38	44		111–156
ГОСТ 8731–74	По НД			ø 20–820 ≤ 2,5–36	274	490	17	—	—	—	—
ГОСТ 14637–89	В горячекатаном состоянии			До 20	285	490–630	20	—	—	d=3,5a	—
				Свыше 20 до 40	275	490–630	19			d=4,5a	
				Свыше 40 до 100	265	490–630	17			d=4,5a	
				Свыше 100 до 160	255	490–630	17			d=4,5a	

Ст5сп	Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 16523–97	Горячекатаный лист в термически обработанном состоянии			До 2,0	—	400–680	17	—	—		—
				Свыше 2,0	—	400–680	19	—	—		—
	Холоднокатаный лист в термически обработанном состоянии			До 2,0	—	400–680	19	—	—		—
				Свыше 2,0	—	400–680	21	—	—		—

Назначение. Детали клепаных конструкций, болты, гайки, ручки, тяги, втулки, ходовые валики, клинья, шайбы, рычаги, упоры, винты, пальцы, стержни, ходовые валики, звездочки, трубные решетки, фланцы и другие детали, работающие при температуре от 0 до + 425°С.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	0	– 10	– 40	– 60	– 80	
274	—	10^7		57–71	—	24–36	10–15	—	—	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °C	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1260–750	До 500	На воздухе	До 800	На воздухе
Заготовка	1260–750	501–800	В яме		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и ЭШ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка. КТ – без ограничений.	В горячекатаном состоянии при 158 НВ и $\sigma_в$ = 630 Н/мм² $K_т$ = 1,2 (твердый сплав), $K_т$ = 1,2 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
Ст6пс	Сортовой и фасонный прокат — ГОСТ 535–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 380–94										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,38–0,49	0,05–0,15	0,50–0,80	≤ 0,050	≤ 0,040	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,080	≤ 0,010	≤ 0,30	725	790	690	780

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 535–88	В горячекатаном состоянии			До 20	315	590	15	—	—		—
				Свыше 20 до 40	305	590	14	—	—		—
				Свыше 40	295	590	12	—	—		—

Назначение. Шпильки, клинья, ломы строительные и др.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
215	—	При $\sigma_в$ = 590 Н/мм².							

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1250–780	До 400	На воздухе		
Заготовка	1250–780				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и ЭШ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка. КТ – без ограничений.	В горячекатаном состоянии при 170–207 НВ и $\sigma_в$ = 640 Н/мм² K_v = 0,95 (твердый сплав), K_v = 0,95 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
Ст6сп	Сортовой и фасонный прокат — ГОСТ 535–88. Трубы — ГОСТ 8731–74.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 380–94

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	As	N
0,38–0,49	0,15–0,30	0,50–0,80	≤ 0,050	≤ 0,040	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,080	≤ 0,010

Температура критических точек, °С

Ac_3	Ac_1	Ar_3	Ar_1
725	790	690	780

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
					не менее						
ГОСТ 535–88	В горячекатаном состоянии			До 10	315	590	15	—	—	—	—
				Свыше 10 до 20	315	590	15	—	—	—	—
				Свыше 20 до 40	305	590	14	—	—	—	—
				Свыше 40	295	590	12	—	—	—	—
ГОСТ 8731–74	По НД			ø 20–820 s 2,5–36	304	588	14	—	—	—	—

Назначение. Шпиндели, клинья, ломы строительные, пальцы поршней, стержневая арматура периодического профиля и др.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 30	– 40	– 60	– 80	
245	—	При $\sigma_в$ = 590 Н/мм².	63	—	46	—	12	—	

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1250–780	Поковки всех размеров ответственного назначения.	Нормализация, два переохлаждения, отпуск	До 400	На воздухе
Заготовка	1250–780	Остальные поковки: а) до 400 б) 401–800 в) > 800	а) на воздухе; б) отжиг низкотемпературный; в) отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение.		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и ЭШ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка. КТ – без ограничений.	В горячекатаном состоянии при 170–207 НВ и $\sigma_в$ = 640 Н/мм² K_v = 0,95 (твердый сплав), K_v = 0,95 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

СТАЛИ УГЛЕРОДИСТЫЕ КАЧЕСТВЕННЫЕ

Марка стали	Вид поставки
08кп	**Лист** — ГОСТ 1577–93, ГОСТ 16523–97, ГОСТ 4041–71, ГОСТ 9045–93. **Полоса** — ГОСТ 1577–93. **Лента** — ГОСТ 503–81, ГОСТ 10234–77. **Проволока** — ГОСТ 5663–79. **Трубы** — ГОСТ 13663–86. **Сортовой прокат** — ГОСТ 10702–78.

Массовая доля элементов, %										НД	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_{cm}
0,05–0,12	≤ 0,03	0,25–0,50	≤ 0,040	≤ 0,035	≤ 0,10	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,008	≤ 0,30	ГОСТ 1050–88	732	874	680	854
0,10	≤ 0,03	0,25–0,45	≤ 0,030	≤ 0,025	≤ 0,10	≤ 0,15	≤ 0,08	≤ 0,008	≤ 0,20	ГОСТ 4041–71				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Излиб	НВ
					не менее						
ГОСТ 503–81	Термическая обработка			До 1,5	—	310–440	17	—	—		
				1,6–2,0	—	310–440	18	—	—		
				2,1–2,9	—	310–440	20	—	—		
				3,0–4,0	—	310–440	24	—	—		
ГОСТ 1577–93	Лист. Без термообработки, после контролируемой прокатки или нормализованный			До 20	—	310	34	—	—	d=0,5a	
				21–32	—	310	32	—		d=a	
				33–160	—	310	31	—			
	Лист отожженный, высокоотпущенный			До 20	—	270	34	—	—	d=0,5a	≤ 131
				21–32	—	270	32	—		d=a	
				33–160	—	270	31	—			
	Полоса нормализованная			До 20	175	290	35	60	—	d=0,5a	
				21–32	175	290	33	60		d=a	
				33–60	175	290	32	60			
ГОСТ 4041–71	Термическая обработка			4,0–14,0	—	270–370	34	—	—	HRB ≤ 55	≤ 160
ГОСТ 5663–79	Без термической обработки	1 класс		1,0–6,0	—	440–590	—	55	—		
		2 класс			—	590	—	55	—		
ГОСТ 10234–77	Отжиг			s 0,1–4,0 ширина 0,5–12	—	440	20	—	—	—	
ГОСТ 10702–78	Термическая обработка			5–48	—	310–410	—	60	—	—	≤ 131
ГОСТ 16523–97	Термически обработанный горячекатаный лист			До 2,0	—	260–380	25	—	—	d=0	
				Свыше 2,0	—	260–380	28	—	—	d=a	
	Термически обработанный холоднокатаный лист			До 2,0	—	260–380	26	—	—	d=0	
				Свыше 2,0	—	260–380	29	—	—	d=a	

Назначение. Шайбы, прокладки, вилки, тяги, втулки, шпильки и другие неответственные ненагруженные детали, к которым предъявляются требования высокой пластичности.
Сталь характеризуется повышенной склонностью к старению.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1220–750	До 200	На воздухе	До 300	На воздухе
Заготовка	1250–760				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ.	В горячекатаном состоянии при ≤ 131 НВ и $\sigma_в$ = 320 Н/мм²: $K_т$ = 2,10 (твердый сплав), $K_т$ = 1,65 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
08	**Сортовой прокат** — ГОСТ 1050–88, ГОСТ 10702–78. **Лист** — ГОСТ 1577–93, ГОСТ 16523–97, ГОСТ 4041–71. **Полоса** — ГОСТ 1577–93. **Лента** — ГОСТ 503–81, ГОСТ 10234–77. **Проволока** — ГОСТ 5663–79.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 1050–88										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,05–0,12	0,17–0,37	0,35–0,65	≤ 0,040	≤ 0,035	≤ 0,10	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,008	≤ 0,30	735	874	680	854

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 503–81	Термообработка			До 1,5	—	310–440	17	—	—		
				Свыше 1,5 до 2	—	310–440	18	—	—		
				Свыше 2 до 2,9	—	310–440	20	—	—		
				От 3,0 до 4,0	—	310–440	24	—	—		
ГОСТ 1050–88	Нормализация			До 80	196	320	33	60			≤ 131
				Свыше 80 до 250	196	320	31	55			
ГОСТ 1577–93	Лист. Без термообработки, после контролируемой прокатки или нормализованный			До 20	—	310	32	—	—	d=0,5a	—
				Свыше 20 до 32		310	30	—	—	d=a	
				Свыше 32 до 160		310	29	—	—		
	Лист отожженный или высокоотпущенный			До 20		270	32	—	—	d=0,5a	≤ 131
				Свыше 20 до 32		270	30	—	—	d=a	
				Свыше 32 до 160		270	29	—	—		
	Полоса нормализованная			До 20	196	320	33	60		d=0,5a	
				Свыше 20 до 32	196	320	31	60	—	d=a	
				Свыше 32 до 60	196	320	30	60			
ГОСТ 4041–71	Термическая обработка			4,0–14,0	—	270–410	32	—	—	HRB ≤ 61	≤ 109
ГОСТ 5663–79	Без термической обработки	1 класс		в 1,0–6,0	—	440–590	—	55			
		2 класс			—	590	—	55			

08	Механические свойства при комнатной температуре											
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 10234–77	Отжиг			≤ 0,1–4,0 ширина 0,5–12	—	440	20	—	—	—	
ГОСТ 10702–78	Термическая обработка			5–48	—	310–410	—	55	—	—	≤ 131
ГОСТ 16523–97	Термически обработанный горячекатаный лист			До 2,0	—	270–410	24	—	—	d=0	
				Свыше 2,0	—	270–410	26	—	—	d=a	
	Термически обработанный холоднокатаный лист			До 2,0	—	270–410	25	—	—	d=0	
				Свыше 2,0	—	270–410	28	—	—	d=a	
ДП	Нитроцементация Закалка Отпуск	880–900 840–850 160–180	 Вода Воздух		Не определяются					HRC Поверхности 58–60	Сердцевины ≥ 137
	Цементация Закалка Отпуск	920–950 780–810 160–180	 Вода Воздух							HRC Поверхности 56–62	Сердцевины ≥ 137
	Цианирование Закалка Отпуск	820–860 820–860 160–180	 Вода Воздух							HRC Поверхности 56–62	Сердцевины ≥ 137

Назначение. После нормализации или без термообработки — шайбы, патрубки, прокладки, валики тяг, облицовка кузовов, стаканы и другие неответственные ненагруженные детали, к которым предъявляются требования высокой пластичности и работающие при температуре от – 40 до + 450°С не под давлением.

После химико-термической обработки — неответственные ненагруженные детали, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости и износостойкости при невысокой прочности сердцевины.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
176	—	При $\sigma_в$ = 325 Н/мм².	240	—	93	12	10	—	Нормализация с 950°С. Пруток диаметром 20 мм.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1220–750	До 200	На воздухе	До 300	На воздухе
Заготовка	1250–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений (кроме химико-термически обработанных деталей). Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ.	В горячекатаном состоянии при 131 НВ и $\sigma_в$ = 320 Н/мм² K_v = 2,10 (твердый сплав), K_v = 1,65 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
10кп	**Лист** — ГОСТ 1577–93, ГОСТ 16523–97, ГОСТ 4041–71. **Полоса** — ГОСТ 1577–93. **Проволока** — ГОСТ 5663–79. **Лента** — ГОСТ 503–81, ГОСТ 10234–77. **Сортовой прокат** — ГОСТ 10702–78.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 1050–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu
0,07–0,14	≤ 0,07	0,25–0,50	≤ 0,040	≤ 0,035	≤ 0,15	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,008	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
732	870	680	854

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
					не менее						
ГОСТ 503–81	Термическая обработка			До 1,5	—	310–440	17	—	—		
				1,6–2,0	—	310–440	18	—	—		
				2,1–2,9	—	310–440	20	—	—		
				3,0–4,0	—	310–440	24	—	—		
ГОСТ 1577–93	Лист. После контролируемой прокатки или нормализованный			До 20	—	320	32	—	—	d=0,5a	
				21–32	—	320	30	—		d=a	
				33–160	—	320	29	—			
	Лист отожженный или высокоотпущенный			До 20	—	270	32	—	—	d=0,5a	≤ 137
				21–32	—	270	30	—		d=a	
				33–160	—	270	29	—			
	Полоса нормализованная			До 20	185	310	33	55	—	d=0,5a	
				21–32	185	310	31	55		d=a	
				33–60	185	310	30	55			
ГОСТ 4041–71	Термическая обработка			4,0–14,0	—	270–410	32	—	—	HRB ≤ 64	≤ 114
ГОСТ 5663–79	Без термической обработки	1 класс		ø 1,0–6,0	—	440–590	—	55	—		
		2 класс			—	590	—	55	—		
ГОСТ 10234–77	Отжиг			s 0,1–4,0 ширина 0,5–12	—	440	20	—	—	—	
ГОСТ 10702–78	Термическая обработка			5–48	—	310–410	—	50	—	—	≤ 143
ГОСТ 16523–97	Термически обработанный горячекатаный лист			До 2,0	—	270–410	24	—	—	d=0	
				Свыше 2,0	—	270–410	26	—	—	d=a	
	Термически обработанный холоднокатаный лист			До 2,0	—	270–410	25	—	—	d=0	
				Свыше 2,0	—	270–410	28	—	—	d=a	

Назначение. После нормализации или без термообработки — шайбы, прокладки, вилки. Корпуса теплообменных аппаратов и другие детали, работающие при температуре до 450°С не под давлением, к которым предъявляются требования высокой пластичности. Сталь характеризуется повышенной склонностью к старению.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1280–750	Поковки всех размеров ответственного назначения	Нормализация, два переохлаждения, отпуск		На воздухе
Заготовка	1300–700	остальные	На воздухе		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ.	В горячекатаном состоянии при ≤ 143 НВ и $\sigma_в$ = 330 Н/мм² K_v = 2,1 (твердый сплав). K_v = 1,6 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
10	**Сортовой прокат** — ГОСТ 1050–88, ГОСТ 10702–78. **Трубы** — ГОСТ 8731–74, ГОСТ 8733–74, ТУ 14-3-190-82, ГОСТ 550–75, ГОСТ 13663–86. **Лист** — ГОСТ 1577–93, ГОСТ 16523–97, ГОСТ 4041–71. **Проволока** — ГОСТ 5663–79. **Полоса** — ГОСТ 1577–93. **Лента** — ГОСТ 503–81, ГОСТ 10234–77.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 1050–88										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_2	Ar_1
0,07–0,14	0,17–0,37	0,35–0,65	≤ 0,040	≤ 0,035	≤ 0,15	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,008	≤ 0,30	732	870	680	854

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
					не менее						
ГОСТ 503–81	Термическая обработка			До 1,5	—	310–440	17	—	—		
				Свыше 1,5 до 2	—	310–440	18	—	—		
				Свыше 2 до 2,9	—	310–440	20	—	—		
				От 3,0 до 4,0	—	310–440	24	—	—		
ГОСТ 550–75	Термическая обработка	Горячедеформированные			216	353	25	50	78		≤ 137
		Холоднодеформированные			206	333	26	—	—		≤ 137
ГОСТ 1050–88	В горячекатаном состоянии				Не определяются						≤ 143
	Нормализация	920	Воздух	До 80	205	330	31	55	—		
				Свыше 80 до 250	205	330	29	50	—		
ГОСТ 1577–93	Лист. Без термообработки, после контролируемой прокатки или нормализованный			До 20		330	32	—	—	d=0,5a	
				Свыше 20 до 32		330	30	—	—	d=a	
				Свыше 32 до 160		330	29	—	—		
	Лист отожженный или высокоотпущенный			До 20		290	32	—	—	d=0,5a	≤ 137
				Свыше 20 до 32		290	30	—	—	d=a	
				Свыше 32 до 160		290	29	—	—		
	Полоса нормализованная			До 20	205	330	31	55	—	d=0,5a	
				Свыше 20 до 32	205	330	29	55	—	d=a	
				Свыше 32 до 60	205	330	28	55	—		
ГОСТ 4041–71	Термическая обработка			4,0–14,0	—	290–420	32	—	—	HRB ≤ 66	≤ 117
ГОСТ 5663–79	Без термической обработки	1 класс		ø 1,0–6,0	—	440–590	—	55	—		
		2 класс			—	440–590	—	55	—		
ГОСТ 8731–74	Нормализация			ø 20–820 s 2,5–36	216	353	24	—	—		≤ 137
ГОСТ 8733–74	Нормализация			ø 5–250 s 0,3–24	206	343	24	—	—		≤ 137
ГОСТ 10234–77	Отжиг			s 0,1–4,0 ширина 0,5–12	—	440	20	—	—	—	

10	Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
					не менее						
ГОСТ 10702–78	Термическая обработка			5–48	—	330–450	—	55	—	—	≤ 143
ГОСТ 16523–97	Термическая обработка	Горячекатаный лист		До 2,0	—	270–410	24	—	—	d=0	
				Свыше 2,0	—	270–410	26	—	—	d=a	
		Холоднокатаный лист		До 2,0	—	270–410	25	—	—	d=0	
				Свыше 2,0	—	270–410	28	—	—	d=a	
ТУ 14–3–190–82		Горячедеформированные		ø 20–420 s 2,5–18	216	353–549	24	55	49		
		Холоднодеформированные		ø 5–108 s 0,3–17	206	343–540	24	55	49		
ДЦ	Цементация	920–950								HRC Поверхности 56–62	Сердцевины ≥ 137
	Закалка	790–810	Вода		250	400	25	55	—		
	Отпуск	180–200	Воздух								
	Цианирование	820–860	Вода, масло или раствор NaOH		Не определяются					HRC Поверхности 56–62	Сердцевины ≥ 137
	Закалка	820–860									
	Отпуск	180–200	Воздух								

Назначение. Трубы и крепежные детали котлов и трубопроводов ТЭС, трубные, крепежные и кованые детали АЭС, крепежные детали паровых и газовых турбин. Трубы, пальцы, валики и втулки гидротурбин.

После химико-термической обработки — втулки, ушки рессор, винты, шайбы, диафрагмы и другие детали, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости и износостойкости при невысокой прочности сердцевины.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	– 30	– 40	– 50	– 80	– 100	
160–220	52	Нормализация с 900–920°C.	74–270	203–216	179	—	—	—	Нормализация (прутик диаметром 35 мм).

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °C	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1280–750	Поковки всех размеров ответственного назначения	Нормализация, два переполиседения, отпуск		На воздухе
Заготовка	1300–700	остальные	На воздухе		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Свариается без ограничений (кроме химико-термически обработанных деталей). Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ.	В горячекатаном состоянии при ≤ 143 НВ и $\sigma_в$ = 330 Н/мм². K_v = 2,1 (твердый сплав), K_v = 1,6 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
15кп	**Лист** — ГОСТ 1577–93, ГОСТ 16523–97, ГОСТ 4041–71. **Проволока** — ГОСТ 5663–79. **Сортовой прокат** — ГОСТ 10702–78. **Лента** — ГОСТ 10234–77.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 1050–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu
0,12–0,19	≤ 0,07	0,25–0,50	≤ 0,040	≤ 0,035	≤ 0,25	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,008	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
735	863	685	840

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Излиб	НВ
					не менее						
ГОСТ 1577–93	Лист. Без термообработки после контролируемой прокатки или нормализованный			До 20	—	340	30	—	—	d=0,5a	
				21–32	—	340	28	—	—	d=a	
				33–160	—	340	27	—	—		
	Лист отожженный или высокоотпущенный			До 20	—	300	31	—	—	d=0,5a	≤ 143
				21–32	—	300	29	—	—	d=a	
				33–160	—	300	28	—	—		
	Полоса нормализованная			До 20	205	350	29	55	—	d=0,5a	
				21–32	205	350	27	55	—	d=a	
				33–60	205	350	26	55	—		
ГОСТ 4041–71	Термическая обработка			4,0–14,0	—	320–440	30	—	—	HRB ≤ 68	≤ 121
ГОСТ 5663–79	Без термической обработки	1 класс		ø 1,0–6,0	—	470–620	—	55	—		
		2 класс			—	640	—	50	—		
ГОСТ 10234–77	Отжиг			s 0,1–4,0 ширина 0,5–12	—	540	15	—	—	—	
ГОСТ 10702–78	Термическая обработка			5–48	—	360–470	—	55	—	—	≤ 149
ГОСТ 16523–97	Термически обработанный горячекатаный лист			До 2,0	—	310–440	23	—	—	d=0	
				Свыше 2,0	—	310–440	25	—	—	d=a	
	Термически обработанный холоднокатаный лист			До 2,0	—	310–440	24	—	—	d=0	
				Свыше 2,0	—	310–440	27	—	—	d=a	

Назначение. Крепежные детали.

После нормализации или без термообработки — вилки, стяжки, траверсы, винты, болты, крюки, фланцы, штанги, детали сварных конструкций и другие детали, к которым предъявляются требования высокой пластичности, и работающие при температуре до 450°С не под давлением.

После химико-термической обработки — вилки, рычаги, шестерни, ключи, кулачки, гайки, шпильки и другие детали, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости и износостойкости при невысокой прочности сердцевины.

Сталь склонна к старению.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
			274	—	108	34	—	—	Нормализация.

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1280–750	Поковки всех размеров ответственного назначения	Нормализация, два переохлаждения, отпуск		На воздухе
Заготовка	1300–790	остальные	На воздухе		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ.	В горячекатаном состоянии при ≤ 143 НВ K_v = 1,8 (твердый сплав), K_v = 1,6 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
15	**Сортовой прокат** — ГОСТ 1050–88, ГОСТ 10702–78. **Поковки** — ГОСТ 8479–70. **Лист** — ГОСТ 1577–93, ГОСТ 16523–97, ГОСТ 4041–71. **Лента** — ГОСТ 2284–79, ГОСТ 10234–77. **Полоса** — ГОСТ 1577–93. **Проволока** — ГОСТ 5663–79.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 1050–88										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,12–0,19	0,17–0,37	0,35–0,65	≤ 0,040	≤ 0,035	≤ 0,25	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,008	≤ 0,30	735	860	685	840

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
					не менее						
ГОСТ 1050–88	В горячекатаном состоянии				Не определяются						≤ 149
	Нормализация	900	Воздух	До 80	225	370	27	55			
				Свыше 80 до 250	225	370	25	50	—		—
ГОСТ 1577–93	Лист. Без термообработки, после контролируемой прокатки или нормализованный			До 20		370	30			d=a	
				Свыше 20 до 32		370	28	—	—	d=2a	
				Свыше 32 до 160		370	27				
	Лист отожженный или высокоотпущенный			До 20		320	30			d=a	≤ 143
				Свыше 20 до 32		320	28	—	—	d=2a	
				Свыше 32 до 160		320	27				
	Полоса нормализованная			До 20	225	370	27	55		d=a	
				Свыше 20 до 32	225	370	25	55	—	d=2a	
				Свыше 32 до 60	225	370	24	55			
ГОСТ 2284–79	Отжиг			0,1–4,0		310–490	20				
ГОСТ 4041–71	Термическая обработка			4,0–14,0	—	320–440	—	30	—	HRB ≤ 68	≤ 121
ГОСТ 5663–79	Без термической обработки	1 класс		ø 1,0–6,0	—	470–620	—	55	—		
		2 класс			—	640	—	50	—		
ГОСТ 8479–70	Нормализация	900–920	Воздух	До 100	195	390	26	55	59		111–156
				101–300	175	355	24	50	59		101–143

15	Механические свойства при комнатной температуре										
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 10234–77	Отжиг			≤ 0,1–4,0 ширина 0,5–12	—	540	15	—	—	—	
ГОСТ 10702–78	Термическая обработка			5–48	—	360–470	—	55	—	—	≤ 149
ГОСТ 16523–97	Термически обработанный горячекатаный лист			До 2,0	—	330–460	23	—	—	d=0	
				Свыше 2,0	—	330–460	24	—	—	d=a	
	Термически обработанный холоднокатаный лист			До 2,0	—	330–460	24	—	—	d=0	
				Свыше 2,0	—	330–460	25	—	—	d=a	
ДД	Цементация	900–920	Воздух		Не определяются					HRC Поверхности 56–62	Сердцевины ≥ 149
	Закалка	760–780	Вода								
	Отпуск	160–200	Воздух								

Назначение. После нормализации или без термообработки — крепеж, а также вилки, стяжки, траверсы, гайки, винты, крюки, фланцы, штанги, детали сварных конструкций и другие детали, к которым предъявляются требования высокой пластичности и работающие при температуре от – 40 до + 450°С не под давлением. Корпусные детали газовых турбин.

После химико-термической обработки — вилки, рычаги, шестерни, язычки, ролики, кулачки, гайки, шпильки, и другие детали, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости и износостойкости при невысокой прочности сердцевины.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	– 20	– 40	– 60	– 80	– 100	
217	—	Нормализация с 900–920°С.	74–115	76–88	14–26	16	8	8	Горячекатаное.
			84–86	50–58	14–36	8	6	6	Отожженное.
			123	54–82	67	49–66	—	5	Нормализованное.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток Заготовка	1280–750 1300–700	Поковки всех размеров: ответственного назначения	Нормализация, два переохлаждения, отпуск		На воздухе
		остальные	На воздухе		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений (кроме химико-термически обработанных деталей). Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ.	В горячекатаном состоянии при 149 НВ K_v = 1,8 (твердый сплав), K_v = 1,6 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
20кп	Лист — ГОСТ 1577–93, ГОСТ 16523–97, ГОСТ 4041–71. Полоса — ГОСТ 1577–93. Проволока — ГОСТ 5663–79. Лента — ГОСТ 10234–77. Сортовой прокат — ГОСТ 10702–78.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 1050–88										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,17–0,24	≤ 0,07	0,25–0,50	≤ 0,040	≤ 0,035	≤ 0,25	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,008	≤ 0,30	735	850	680	835

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
					не менее						
ГОСТ 1577–93	Лист. Без термообработки, после контролируемой прокатки или нормализованный			До 20	—	380	27	—	—	d=a	
				21–32	—	380	25	—		d=2a	
				33–160	—	380	24	—			
	Лист отожженный или высокоотпущенный			До 20	—	340	28	—	—	d=a	≤ 156
				21–32	—	340	26	—		d=2a	
				33–160	—	340	25	—			
	Полоса нормализованная			До 20	225	380	27	55	—	d=a	
				21–32	225	380	25	55		d=2a	
				33–60	225	380	24	55			
ГОСТ 4041–71	Термическая обработка			4,0–14,0	—	340–490	28	—	—	HRB ≤ 71	≤ 127
ГОСТ 5663–79	Без термической обработки	1 класс		1,0–6,0	—	470–620	—	55	—		
		2 класс			—	640	—	50	—		
ГОСТ 10234–77	Отжиг			s 0,1–4,0 ширина 0,5–12	—	540	15	—	—	—	
ГОСТ 10702–78	Термическая обработка			5–48	—	390–490	—	50	—	—	≤ 163
ГОСТ 16523–97	Термическая обработка	Горячекатаный лист		До 2,0	—	330–460	23	—	—	d=0	
				Свыше 2,0	—	330–460	24	—	—	d=a	
		Холоднокатаный лист		До 2,0	—	330–460	24	—	—	d=0	
				Свыше 2,0	—	330–460	25	—	—	d=a	
ДЦ	Цементация Закалка Отпуск	920–950 800–820 180–200	 Вода Воздух	ø 50	300	500	16	40	50	HRC Поверхности ≤54–62	Сердцевины ≥ 156

Назначение. После нормализации или без термообработки — муфты, рычаги, стержни, втулки, шайбы, прокладки, вилки, винты, болты и др. После химико-термической обработки — втулки, ключи, диски фрикционные, шестерни, муфты и другие детали, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости и износостойкости при невысокой прочности сердцевины.
Сталь склонна к старению.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С					Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	– 20	– 40	– 60	– 80	
			257	205–225	173–305	177	—	Закалка + отпуск.
			135–146	42	15	15	5–11	Отожженное.
			235	134–184	130–150	9–82	6–13	Нормализованное.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток Заготовка	1280–750 1280–750	Поковки всех размеров ответственного назначения	Нормализация, два переохлаждения, отпуск		На воздухе
		остальные	На воздухе		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений (кроме химико-термически обработанных деталей). Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ.	В горячекатаном состоянии при 131 НВ и $\sigma_в$ ≤ 460 Н/мм² K_v = 1,7 (твердый сплав), K_v = 1,6 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
20	**Сортовой прокат** — ГОСТ 1050–88, ГОСТ 10702–78, ТУ 14–1–5033–91. **Поковки** — ГОСТ 8479–70, ОСТ 108.030.113–87, ГОСТ 2105–75, ТУ 108.11.908–87. **Лист** — ГОСТ 1577–93, ГОСТ 16523–97, ГОСТ 4041–71, ТУ 108.11.902–87. **Трубы** — ГОСТ 8731–74, ГОСТ 8733–74, ТУ 14–3–460–75, ТУ 14–3–190–82, ГОСТ 550–75, ТУ 108.790–87, ГОСТ 13663–86. **Полоса** — ГОСТ 1577–93. **Проволока** — ГОСТ 5663–79. **Лента** — ГОСТ 2284–79, ГОСТ 10234–77. **Трубная заготовка** — ТУ 14–1–1529–93, ТУ 14–1–2560–78, ТУ 108.11.653–82.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 1050–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu
0,17–0,24	0,17–0,37	0,35–0,65	≤ 0,040	≤ 0,035	≤ 0,25	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,008	≤ 0,30

По ОСТ 108.030.113–87, ТУ 14–3–460–75, ТУ 14–1–1529–93 и ТУ 14–1–2560–78 содержание серы – не более 0,025%, фосфора – не более 0,030%.

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
735	850	680	835

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
					не менее						
ГОСТ 550–75	Термически обработанные горячедеформированные трубы			ø 20–219	255	431	22	50	78		≤ 156
	Термически обработанные холоднодеформированные трубы			s 2–25	245	412	23	—	—		≤ 156
ГОСТ 1050–88	В горячекатаном состоянии				Не определяются						≤ 163
	Нормализация	900	Воздух	До 80	245	410	25	55	—	—	—
				Свыше 80 до 250	245	410	23	50	—		
ГОСТ 1577–93	Лист. Без термической обработки, после контролируемой прокатки или нормализационный			До 20	—	410	28	—	—	d=a	
				Свыше 20 до 32	—	410	26	—	—	d=2a	
				Свыше 32 до 160	—	410	25	—	—		
	Лист отожженный или высокоотпущенный			До 20	—	370	28	—	—	d=a	≤ 156
				Свыше 20 до 32	—	370	26	—	—	d=2a	
				Свыше 32 до 160	—	370	25	—	—		
	Лист и полоса. Закалка	860–890	Вода	До 16	350	550–700	20	50	50[1]	d=a	
				Свыше 16 до 20	300	500–650	22	50	50[1]		
	Отпуск	540–680	Воздух	Свыше 20 до 40	300	500–650	22	50	50[2]	d=2a	
	Лист и полоса. Нормализация	880–910	Воздух	До 20	230	400–550	27 25[1]	—	—	d=a	
				Свыше 20 до 100	230	400–550	27 25[1]	—	—	d=2a	
				От 100 до 160	210	380–520	25 23[1]	—	—		
	Полоса нормализованная			До 20	245	410	25	55	—	d=a	
				Свыше 20 до 32	245	410	23	55	—	d=2a	
				Свыше 32 до 60	245	410	22	55	—		
ГОСТ 2284–79	Отжиг			0,1–4,0	—	310–540	18	—	—		
ГОСТ 4041–71	Термическая обработка			4,0–14,0	—	340–490	28	—	—	HRB ≤ 71	≤ 127
ГОСТ 5663–79	Без термической обработки	1 класс		ø 1,0–6,0	—	470–620	—	55	—		
		2 класс			—	640	—	50	—		

20	Механические свойства при комнатной температуре										
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 8479–70	Нормализация	900–920	Воздух	До 100	215	430	24	53	54		123–167
				101–300	215	430	20	48	49		123–167
				301–500	175	355	22	45	54		101–143
ГОСТ 8731–74	По НД			ø 20–820 s 2,5–36	245	412	21	—	—		≤ 156
ГОСТ 8733–74	Термообработка			ø 5–250 s 0,3–24	245	412	21	—	—		≤ 156
ГОСТ 10234–77	Отжиг			s 0,1–4,0 ширина 0,5–12	—	540	15	—	—	—	
ГОСТ 10702–78	Термическая обработка			5–48	—	390–490	—	50	—	—	≤ 163
ГОСТ 16523–97	Термическая обработка	Горячекатаный лист		До 2,0	—	350–500	22	—	—	d=0	
				Свыше 2,0	—	350–500	23	—	—	d=a	
		Холоднокатаный лист		До 2,0	—	350–500	23	—	—	d=0	
				Свыше 2,0	—	350–500	24	—	—	d=a	
ОСТ 108.030.113–87	Нормализация	920–950		До 100	215	410–550	24	55	59		116–159
				Свыше 100 до 200	195	395	22	50	59		109–149
				Свыше 200 до 400	195	395	20	45	59 29[5] $T_к \le 20°C$		109–149
ТУ 14-3-190–82	—	Горячекатаные трубы		ø 20–420 s 2,5–18	245	412–588	21	45	49		
		Холоднокатаные трубы		ø 5–108 s 0,5–17							
ТУ 14-3-460–75	Нормализация горячедеформированных труб	920–950		ø 57–465 s 3,5–60	216	412–549	24[1]	45[1]	49[1]		
	Нормализация холоднодеформированных труб			ø 10–108 s 2–13			22[1]	40[1]	39[1]		
ТУ 108.11.902–87	Термическая обработка			От 20 до 250	176	353	20	45	$T_к \le 40°C$		

20	Механические свойства при комнатной температуре										
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 14-1-1529-93	Нормализация	920–950		ø 373–530 s 40–90	245	410–550	24	45	49		
ТУ 14-1-2560-78	Нормализация	920–950		ø 370–650 s 130–275	215	410	22	40	39		
ТУ 14-1-5033-91	Нормализация			До 20	245	410	28[4]	40	24,5[5] $T_к \le 30°C$		
				Свыше 20 до 32	245	410	—	—			
				Свыше 32	245	410	30[4]	—	30[5]		
ДЦ	Закалка	900–920		До 100	245	470	22	48	49		143–179
	Отпуск (Режим 1)	600–650		301–500	245	470	17	35	34		143–179
	Цементация	920–950	Воздух	До 50	300–350	500–600	18	45	55	Поверхности 54–62	Сердцевины ≥ 156
	Закалка	800–820	Вода								
	Отпуск (Режим 2)	180–200	Воздух								

[1] Поперечные образцы.
[2] Работа удара, Дж.
[3] Механические свойства сердцевины ориентировочные и при изготовлении деталей не определяются.
[4] δ_5.
[5] KCV.

Назначение. После нормализации или без термообработки — крюки кранов, стропы, серьги, башмаки, подмоторные рамы, косынки, муфты, цилиндры, вкладыши подшипников и другие неответственные ненагруженные детали.
Детали сварных конструкций с большим объемом сварки.
Трубопроводы, кованые детали ТЭС и АЭС, пароперегреватели, трубные пучки теплообменных аппаратов, коллекторы, корпуса аппаратов и другие детали, работающие при температуре от – 40 до +450°C под давлением.
После химико-термической обработки — фрикционные диски, поршневые пальцы, кулачковые валики, червяки, шестерни, толкатели и другие детали, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости и износостойкости при невысокой прочности сердцевины.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C				Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	– 20	– 40	– 60	
210	130	Нормализация с отпуском. Режим 1.	120	69	48	10	Отжиг.
260	460	Закалка с отпуском. Режим 2.	160	111	88	15–39	Нормализация.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °C	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1280–750	Поковки всех размеров: ответственного назначения	Нормализация, два переохлаждения, отпуск		На воздухе
Заготовка	1280–750	остальные	На воздухе		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений (кроме химико-термически обработанных деталей). Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ.	В горячекатаном состоянии при 126–131 НВ и $\sigma_в$ = 460–500 Н/мм² K_v = 1,7 (твердый сплав), K_v = 1,6 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
20–ПВ	Сортовой прокат — ТУ 14–1–5058–91. Трубы — ТУ 14–3–1881–93. Трубная заготовка — ТУ 14–1–5185–93.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14–1–5185–93

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Al	V
0,18–0,24	0,17–0,37	0,35–0,65	0002–0,015	0,005–0,015	≤ 0,15	≤ 0,15	0,002–0,009	0,002–0,100

Cu	N	Zn	Sn	Pb	As	Bi	Sb
≤ 0,15	0,002–0,012	0,0005–0,0040	0,0005–0,0040	0,0003–0,0040	≤ 0,01	0,0001–0,0030	0,0005–0,0030

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14–1–5058–91

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Al	V
0,18–0,24	0,17–0,37	0,35–0,65	≤ 0,012	≤ 0,020	≤ 0,15	≤ 0,10	—	≤ 0,04

Cu	N	Zn	Sn	Pb	As	Bi	Sb
≤ 0,10	≤ 0,10	≤ 0,004	≤ 0,005	≤ 0,003	≤ 0,01	0,0002–0,00045	0,00015–0,00045

Температура критических точек, °С

Ac_2	Ac_3	Ar_3	Ar_1

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ТУ 14–3–1881–93	Нормализация			о до 62 в до 6	265	450–550	26	55	69		
ТУ 14–1–5058–91	Нормализация			о 12–160 п 70–125	245	410	30	60	59		
ТУ 14–1–5185–93	Нормализация	920–950	Воздух	п 150–190	265	430–550	26	55	69		

Назначение. Трубы и кованые детали котлов и трубопроводов ТЭС.

Загрязненность металла по неметаллическим включениям не должна превышать по сульфидам – 2,5 балла, по оксидам и силикатам – 3,5 балла.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ МП, ЭШ и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В горячекатаном состоянии при 126–131 HB, $\sigma_в$ = 460–500 Н/мм² $K_т$ = 1,7 (твердый сплав), $K_т$ = 1,6 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
20–Ш	Поковки — ТУ 08.002.0501.5348–92.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 08. 002.0501.5348–92								Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	Ac_3	Ac_1	Ar_1	Ar_3
0,17–0,24	0,17–0,37	0,35–0,65	≤ 0,020	≤ 0,035	≤ 0,25	≤ 0,30	≤ 0,30				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 08.002. 0501. 5348–92	Нормализация	880–930	Воздух	Длина, ширина 100–2500, высота 100–3500	196	392	20	45	34		111–156

Назначение. Валы гидротурбин, корпусные детали арматуры АЭС и другие ответственные детали.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Свариается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ.	В нормализованном состоянии при 111–156 НВ, $\sigma_в$ = 460 Н/мм² K_v = 1,5 (твердый сплав), K_v = 1,4 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
25	**Сортовой прокат** — ГОСТ 1050–88, ГОСТ 10702–78. **Поковки** — ГОСТ 8479–70. **Лист** — ГОСТ 1577–93, ГОСТ 16523–97, ГОСТ 4041–71. **Лента** — ГОСТ 2284–79. **Проволока** — ГОСТ 5663–79. **Полоса** — ГОСТ 1577–93.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 1050–88										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,22–0,30	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,040	≤ 0,035	≤ 0,25	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,008	≤ 0,30	735	835	680	825

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
					не менее						
ГОСТ 1050–88	Горячекатаное состояние				Не определяются						≤ 170
	Нормализация	890	Воздух	До 80	275	450	23	50	88	—	—
				Свыше 80 до 250	275	450	21	45	88		
	Закалка	860–890	Вода	До 16	375	550–700	19		35[3]		
	Отпуск	550–600	Воздух	От 16 до 40	315	500–650	21		35[3]		
ГОСТ 1577–93	Лист. Без термообработки, после контролируемой прокатки или нормализованный	880–910		До 20	—	440	25	—	—	d=2a	≤ 170
				Свыше 20 до 32	—	440	23	—	—	d=3a	
				Свыше 32 до 160	—	440	22	—	—		
	Лист отожженный или высокоотпущенный			До 20		400	26			d=2a	≤ 170
				Свыше 20 до 32		400	24			d=3a	
				Свыше 32 до 160		400	23				
	Лист, полоса. Нормализация	880–910		До 16	260	420–570	25 23[1]	—	—	d=2a	≤ 170
				От 16 до 20	240	420–570	25 23[1]	—	—		
				От 20 до 100	240	420–570	25 23[1]	—	—	d=3a	
				От 100 до 160	220	400–550	23 21[1]	—	—		
	Лист, полоса. Закалка. Отпуск	860–890 540–680	Вода Воздух	До 16	370	550–700	19	45	45[3]	d=2a	
				Свыше 16 до 20	320	500–650	21	50	45[3]		
				Свыше 20 до 40	320	500–650	21	50	45[3]	d=3a	
	Полоса нормализованная			До 20	275	450	23	50	—	d=2a	
				Свыше 20 до 32	275	450	21	50	—	d=3a	
				Свыше 32 до 60	275	450	20	50	—		
ГОСТ 2284–79	Отжиг			0,1–4,0		340–590	18	—	—		
ГОСТ 4041–71	Термическая обработка			4,0–14,0		390–540	26			HRB ≤ 76	≤ 138

25	Механические свойства при комнатной температуре										
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм^2	$\sigma_в$, Н/мм^2	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см^2	Изгиб	НВ
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5663–79	Без термической обработки	1 класс		ø 1,0–6,0		470–620		55			
		2 класс				640		50			
ГОСТ 8479–70	Нормализация	880–900	Воздух	До 100	245	470	22	48	49		143–179
	Отпуск	600–650	Воздух или печь	101–300	215	430	20	48	49		123–167
				301–500	195	390	20	45	49		111–156
ГОСТ 10702–78	Термическая обработка			5–48	—	540	—	50	—	—	≤ 170
ГОСТ 16523–97	Термическая обработка	Горячекатаный лист		До 2,0	—	390–590	19	—	—	d=a	
				Свыше 2,0	—	390–590	20	—	—	d=2a	
		Холоднокатаный лист		До 2,0	—	390–590	20	—	—	d=a	
				Свыше 2,0	—	390–590	21	—	—	d=2a	
ДП	Цементация	920–950	Воздух							HRC поверхности 54–62	Сердцевины ≥ 170
	Закалка	820–840	Вода	ø 50[2]	35	55	25	45	—		
	Отпуск	180–200	Воздух								

[1] Поперечные образцы.
[2] Механические свойства сердцевины ориентировочные и при изготовлении деталей не определяются.
[3] Работа удара, Дж.

Назначение. Оси, валы, соединительные муфты, собачки, рычаги, вилки, шайбы, валики, фланцы, тройники. Крепежные детали котлов и трубопроводов ТЭС, паровых, газовых и гидравлических турбин.

После химико-термической обработки — винты, втулки, собачки и другие детали, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости и износостойкости при невысокой прочности сердцевины.

Предел выносливости, Н/мм^2		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см^2, при t, °C					Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	– 20	– 40	– 60	– 80	
190	—	Отжиг при 900°C, $\sigma_в$ = 410 Н/мм^2.	139–148	29–69	25–45	8	—	Отжиг
230	—	Закалка с 870°C в масле, отпуск при 480°C. $\sigma_в$ = 460 Н/мм^2.	160–190	14–18	9–16	5–23	—	Горячекатаное состояние
			200	99–152	44–118	38–50	—	Нормализация

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °C	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток Заготовка	1280–750 1280–750	Поковки всех размеров ответственного назначения	Нормализация, два переохлаждения, отпуск		На воздухе
		остальные	На воздухе		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений (кроме химико-термически обработанных деталей). Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ.	В нормализованном состоянии при 156 НВ и $\sigma_в$ = 460–500 Н/мм^2 K_v = 1,5 (твердый сплав), K_v = 1,26 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
30	**Сортовой прокат** — ГОСТ 1050–88, ГОСТ 10702–78. **Поковки** — ГОСТ 8479–70. **Лист** — ГОСТ 16523–97, ГОСТ 1577–93, ГОСТ 4041–71. **Полоса** — ГОСТ 1577–93. **Лента** — ГОСТ 2284–79, ГОСТ 10234–77. **Проволока** — ГОСТ 5663–79.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 1050–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu
0,27–0,35	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,040	≤ 0,035	≤ 0,25	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,008	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
730	820	680	796

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
					не менее						
ГОСТ 1050–88	В горячекатаном состоянии				Не определяются						≤179
	Нормализация	880	Воздух	До 80	295	490	21	50	78	—	—
				Свыше 80 до 250	295	490	19	45	78		
	Закалка	850–890	Вода	До 16	400	600–750	18		30[2]		
	Отпуск	550–600	Воздух	От 16 до 40	355	550–700	20		30[2]		
				От 40 до 100	295	500–650	21		30[2]		
ГОСТ 1577–93	Лист. Без термической обработки, после контролируемой прокатки или нормализованный			До 20		480	24	—	—	d=2a	≤ 179
				Свыше 20 до 32		480	22	—	—	d=3a	
				Свыше 32 до 160		480	21	—	—		
	Лист отожженный или высокоотпущенный			До 20	—	430	24	—	—	d=2a	≤ 179
				Свыше 20 до 32	—	430	22	—	—	d=3a	
				Свыше 32 до 160	—	430	21	—	—		
	Лист, полоса. Нормализация	870–900		До 16	280	450–630	23 21[1]	—	—	d=2a	≤ 179
				От 16 до 20	250	450–630	23 21[1]	—	—		
				От 20 до 100	250	450–630	23 21[1]	—	—	d=3a	
				От 100 до 160	230	430–610	21 19[1]	—	—		
	Лист, полоса. Закалка Отпуск	850–880 540–680	Вода Воздух	До 16	400	600–750	18	40	40[2]	d=2a	
				Свыше 16 до 20	350	550–700	20	45	40[2]		
				Свыше 20 до 40	350	550–700	20	45	40[2]	d=3a	
				Свыше 40 до 100	300	500–650	21	50	40[2]		
	Полоса нормализованная			До 20	295	490	21	50	—	d=2a	
				Свыше 20 до 32	295	490	19	50	—	d=3a	
				Свыше 32 до 60	295	490	18	50	—		
ГОСТ 2284–79	Отжит			0,1–4,0	—	390–640	16	—	—		
ГОСТ 4041–71	Термическая обработка			4,0–14,0	—	430–590	24	—	—	HRB ≤ 80	≤ 149
ГОСТ 5663–79	Без термической обработки	1 класс		ø 1,0–6,0	—	560–710	—	55	—		
		2 класс			—	740		45	—		

30	Механические свойства при комнатной температуре											
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 8479–70	Нормализация	850–890	Воздух	До 100	245	470	22	48	49		143–179
				101–300	245	470	19	42	39		143–179
	Отпуск	650–680	Воздух или печь	301–500	245	470	17	35	34		143–179
				501–800	215	430	16	35	39		123–167
ГОСТ 10234–77	Отжиг			s 0,1–4,0 ширина 0,5–12	—	590	15	—	—	—	
ГОСТ 10702–78	Термическая обработка			5–48	—	570	—	45	—	—	≤ 179
ГОСТ 16523–97	Термически обработанный горячекатаный лист			До 2,0		390–590	19	—	—	d=a	
				Свыше 2,0		390–590	20	—	—	d=2a	
	Термически обработанный холоднокатаный лист			До 2,0		390–590	20	—	—	d=a	
				Свыше 2,0		390–590	21	—	—	d=2a	
ДЦ	Закалка Отпуск	860–880 600–650	Вода Воздух	До 60	400	600	25	55	—		

[1] Поперечные образцы.
[2] Работа удара, Дж.

Назначение. Тяги, серьги, траверсы, рычаги, валы, звездочки, шпиндели, цилиндры прессов, соединительные муфты паровых турбин и другие детали невысокой прочности, крепежные изделия трубопроводов ТЭС и АЭС, паровых, газовых и гидротурбин.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 40	– 60	– 80	– 100	
260	—	Закалка с 830°C в масле, отпуск при 640°C, охлаждение на воздухе; $\sigma_в$ = 540 Н/мм².	74	66	46	43	40	30	Закалка с 860°C в воде, отпуск при 400°C. Заготовка диаметром 60 мм. Химический состав: C – 0,32%, Mn – 0,50%.
210	—	Нормализация с 875°C; $\sigma_в$ = 504 Н/мм².							

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °C	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток Заготовка	1280–750 1280–750	Поковки всех размеров ответственного назначения	Нормализация, два переохлаждения, отпуск	До 800	На воздухе
		Остальные поковки: а) до 400, б) 401–800, в) > 800	а) на воздухе, б) отжиг низкотемпературный, в) отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка. КТ – без ограничений.	В нормализованном состоянии при 143 НВ и $\sigma_в$ = 470 Н/мм² K_v = 1,5 (твердый сплав), K_v = 1,26 (быстрорежущая сталь) .	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
35	**Сортовой прокат** — ГОСТ 1050–88, ГОСТ 10702–78. **Поковки** — ГОСТ 8479–70, ТУ 108.13.32–88, ТУ 108–11–496–80, ТУ 108.11.910–87. **Лист** — ГОСТ 1577–93, ГОСТ 16523–97, ГОСТ 4041–71. **Трубы** — ГОСТ 8731–74, ГОСТ 8733–74, ГОСТ 13663–86. **Лента** — ГОСТ 2284–79. **Проволока** — ГОСТ 5663–79.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 1050–88										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,32–0,40	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,040	≤ 0,035	≤ 0,25	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,008	≤ 0,30	730	810	680	796

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
					не менее						
ГОСТ 1050–88	В горячекатаном состоянии				Не определяются						≤ 207
	Нормализация	880	Воздух	До 80	315	530	20	45	69		—
				Свыше 80 до 250	315	530	18	40	69		
	Закалка	840–880	Вода или масло	До 16	430	630–780	17	—	25[2]		
	Отпуск	550–600	Воздух	От 16 до 40	380	600–750	19	—	25[2]		
				От 40 до 100	315	550–700	20		25[2]		
ГОСТ 1577–93	Лист. Без термической обработки, после контролируемой прокатки или нормализованный			До 20	—	520	21	—	—	d=2a	≤ 207
				Свыше 20 до 32	—	520	19	—	—	d=3a	
				Свыше 32 до 160	—	520	18	—	—		
	Лист отожженный или высокоотпущенный			До 20	—	480	22	—	—	d=2a	≤ 187
				Свыше 20 до 32	—	480	20	—	—	d=3a	
				Свыше 32 до 160	—	480	19	—	—		
	Лист, полоса. Нормализация	860–890		До 16	300	480–670	21 19[1]	—	—	d=2a	≤ 207
				От 16 до 20	270	480–670	21 19[1]	—	—		
				От 20 до 100	270	480–670	21 19[1]	—	—	d=3a	
				От 100 до 160	245	460–650	19 17[1]	—	—		
	Лист, полоса. Закалка	840–870	Вода	До 16	430	630–780	17	40	35[2]	d=2a	
		850–880	Масло	Свыше 16 до 20	370	600–750	19	45	35[2]		
	Отпуск	540–680	Воздух	Свыше 20 до 40	370	600–750	19	45	35[2]	d=3a	
				Свыше 40 до 100	320	550–700	20	50	35[2]		
	Полоса нормализованная			До 20	315	530	20	45	—	d=2a	
				Свыше 20 до 32	315	530	18	45	—	d=3a	
				Свыше 32 до 60	315	530	17	45	—		
ГОСТ 2284–79	Отжиг			0,1–4,0	—	390–640	16	—	—		
ГОСТ 4041–71	Термическая обработка			4,0–14,0	—	480–640	22	—	—	HRB ≤ 84	≤ 163
ГОСТ 5663–79	Без термической обработки	1 класс		ø 1,0–6,0	—	560–710	—	55	—		
		2 класс			—	740	—	45	—		

35	Механические свойства при комнатной температуре										
НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 8479–70				До 100	275	530	20	40	44		156–197
	Нормализация	860–880	Воздух	101–300	245	470	19	42	39		143–179
	Отпуск	600–650	Воздух или печь	301–500	245	470	17	35	34		143–179
				501–800	215	430	16	35	39		123–167
	Закалка	850–870	Вода или масло	До 100	315	570	17	38	39		167–207
	Отпуск	560–620	Воздух и печь	101–300	275	530	17	38	34		156–197
ГОСТ 8731–74	Термическая обработка			в 20–820 s 2,5–36	294	510	17	—	—		≤ 187
ГОСТ 8733–74	Термическая обработка			н 5–250 s 0,3–24	294	510	17	—	—		≤ 187
ГОСТ 10702–78	Термическая обработка			5–48	—	590	—	45	—	—	≤ 187
ГОСТ 16523–97	Термически обработанный горячекатаный лист			До 2,0	—	490–720	12	—	—		
				Свыше 2,0	—	490–720	13	—	—		
	Термически обработанный холоднокатаный лист			До 2,0	—	490–720	13	—	—		
				Свыше 2,0	—	490–720	14				
ДЦ	Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ и низкий отпуск		Вода		Не определяются					Поверхности 35–40	—

[1] Поперечные образцы.
[2] Работа удара, Дж

Назначение. Оси, цилиндры, колонны прессов, коленчатые валы, шатуны, крепежные детали, шпиндели, звездочки, тяги, полуоси, ободы, серьги, траверсы, валы, бандажи, диски, балки, втулки, пальмы, червяки, кулачки, толкатели, корпусы вентилей, крышки, штоки, шестерни и другие детали невысокой прочности, крепежные детали котлов и трубопроводов ГЭС, паровых газовых и гидравлических турбин, арматура АЭС.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 50	– 60	
250	150	Нормализация с 850–890°С, отпуск при 650–680°С	64	—	48	46	14	12	Нормализация.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток Заготовка	1280–750 1280–750	Поковки всех размеров ответственного назначения	Нормализация, два переохлаждения, отпуск	До 800	На воздухе
		Остальные поковки: а) до 400, б) 401–800, в) > 800	а) на воздухе, б) отжиг низкотемпературный, в) отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, и ЭШ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка. КТ – без ограничений.	В горячекатаном состоянии при ≤ 187 НВ и $\sigma_в$ = 520 Н/мм² $K_т$ = 1,26 (твердый сплав), $K_т$ = 1,2 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
40	**Сортовой прокат** — ГОСТ 1050–88, ГОСТ 10702–78. **Поковки** — ГОСТ 8479–70, ТУ 108.11.890–87. **Лист** — ГОСТ 1577–93, ГОСТ 16523–97, ГОСТ 4041–71. **Лента** — ГОСТ 2284–79, ГОСТ 10234–77. **Полоса** — ГОСТ 1577–93. **Проволока** — ГОСТ 5663–79.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 1050–88										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,37–0,45	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,040	≤ 0,035	≤ 0,25	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,008	≤ 0,30	730	790	690	780
Примечание. По ТУ 108.11.890–87 содержание Cr, Ni и Cu – не более 0,40%.													

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 1050–88	В горячекатаном состоянии				Не определяются						≤ 217
	В отожженном состоянии				—	510	14	40	—		≤ 187
	Нормализация	870	Воздух	До 80	335	570	19	45	59		—
				Свыше 80 до 250	335	570	17	40	59		
	Закалка	830–870	Вода или масло	До 16	460	650–800	16	—	20[2]		
	Отпуск	550–600	Воздух	От 16 до 40	400	630–780	18	—	20[2]		
				От 40 до 100	355	600–750	19	—	20[2]		
ГОСТ 1577–93	Лист. Без термообработки, после контролируемой прокатки или нормализованный			До 20	—	560	20	—	—		≤ 217
				Свыше 20 до 32	—	560	18	—	—		
				Свыше 32 до 160	—	560	17	—	—		
	Лист отожженный или высокоотпущенный			До 20		520	21	—	—		≤ 187
				Свыше 20 до 32		520	19	—	—		
				Свыше 32 до 160		520	18	—	—		
	Лист, полоса. Нормализация	850–880	Воздух	До 16	320	530–720	19 17[1]	—	—		≤ 217
				От 16 до 100	290	530–720	19 17[1]	—	—		
				От 100 до 160	260	510–700	17 15[1]	—	—		
	Лист, полоса. Закалка	830–860 840–870	Вода Масло	До 16	460	650–800	16	35	30[2]		
				Свыше 16 до 40	400	630–780	18	40	30[2]		
	Отпуск	540–680	Воздух	Свыше 40 до 100	350	600–750	19	45	30[2]		
	Полоса нормализованная			До 20	335	570	19	45	—		
				Свыше 20 до 32	335	570	17	45	—		
				Свыше 32 до 60	335	570	16	45	—		
ГОСТ 2284–79	Отжиг			0,1–4,0	—	440–690	14	—	—		
ГОСТ 4041–71	Термическая обработка			4,0–14,0	—	510–660	21	—	—	HRB ≤ 85	≤ 167
ГОСТ 5663–79	Без термической обработки	1 класс		в 1,0–6,0	—	560–710	—	55	—		
		2 класс			—	740	—	40	—		

40	Механические свойства при комнатной температуре										
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 8479–70	Нормализация	840–860	Воздух	До 100	275	530	20	40	44		156–197
				101–300	275	530	17	38	34		156–197
	Отпуск	600–650	Воздух или печь	301–500	245	470	17	35	34		143–179
				501–800	215	430	16	35	39		123–167
	Закалка	830–850	Вода	До 100	345	590	18	45	59		174–217
	Отпуск	580–640	Воздух или печь	101–300	315	570	14	35	34		167–207
				301–500	275	530	15	32	29		156–197
ГОСТ 10234–77	Отжиг			5 0,1–4,0 ширина 0,5–12	—	690	10	—	—	—	
ГОСТ 10702–78	Термическая обработка			5–48	—	590	—	40	—	—	≤ 197
ГОСТ 16523–97	Термическая обработка	Горячекатаный лист		До 2,0	—	490–720	12	—	—		
				Свыше 2,0	—	490–720	13	—	—		
		Холоднокатаный лист		До 2,0	—	490–720	13	—	—		
				Свыше 2,0	—	490–720	14	—	—		
ТУ 108.11. 890–87	Термическая обработка			До 800	245	470	15	30	34		143–179
ДЦ	Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ и отпуск при 160–180°С			—	Не определяются					Поверхности 40–53	

[1] Поперечные образцы.
[2] Работа удара, Дж.

Назначение. Оси, коленчатые валы, вал-шестерни, штоки, шестерни, бандажи, детали турбин, детали арматуры, шатуны, шпиндели, звездочки, распределительные валики, болты, головки цилиндров, шпонки, фрикционные диски, плунжеры и др. Крепежные детали котлов и трубопроводов ТЭС, АЭС, паровых и газовых турбин. Корпусные детали газовых турбин, цельнокованые валы гидравлических турбин.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
317	—	Закалка с 850°С в воде, отпуск при 570°С.	80	—	—	56	—	52	Закалка с 850°С в воде, отпуск при 400°С.
393	—	Закалка 845°С, вода, отпуск 550°С, $\sigma_в$ = 710 Н/мм².							

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1250–780	Поковки всех размеров ответственного назначения	Нормализация, два переохлаждения, отпуск	До 400	На воздухе
Заготовка	1250–800	остальные	На воздухе		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и ЭШ. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка. КТ – без ограничений.	В горячекатаном состоянии при 170 НВ и $\sigma_в$ = 530 Н/мм² K_v = 1,2 (твердый сплав), K_v = 1,05 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
45	**Сортовой прокат** — ГОСТ 1050–88, ГОСТ 10702–78. **Поковки** — ГОСТ 8479–70, ТУ 108.11.496–80, ТУ 108.11.399–87, ТУ 108.11.890–87, ТУ 108.11.910–87, ТУ 108.13.32–88. **Трубы** — ГОСТ 8731–74, ГОСТ 8733–74, ГОСТ 13663–86. **Лист** — ГОСТ 1577–93, ГОСТ 16523–97. **Лента** — ГОСТ 2284–79. **Полоса** — ГОСТ 1577–93. **Проволока** — ГОСТ 5663–79.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 1050–88										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,42–0,50	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,040	≤ 0,035	≤ 0,25	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,008	≤ 0,30	730	755	690	780

Примечание. По ТУ 108.11.890–87 содержание Cr, Ni и Cu – не более 0,40%.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
					не менее						
ГОСТ 1050–88	В горячекатаном состоянии				Не определяются						≤ 229
	В отожженном состоянии										≤ 197
	Нормализация	860	Воздух	До 80	355	600	16	40	49	—	—
				Свыше 80 до 250	355	600	14	35	49		
	Закалка	820–860	Вода или масло	До 16	490	700–850	14	—	15[2]		
	Отпуск	550–600	Воздух	От 16 до 40	430	650–800	16	—	15[2]		
				От 40 до 100	375	630–780	17	—	15[2]		
ГОСТ 1577–93	Лист. Без термообработки, после контролируемой прокатки или нормализованный			До 20	—	590	18	—	—		≤ 229
				Свыше 20 до 32	—	590	16	—	—		
				Свыше 32 до 160	—	590	15	—	—		
	Лист отожженный или высокоотпущенный			До 20	—	550	19	—	—		≤ 197
				Свыше 20 до 32	—	550	17	—	—		
				Свыше 32 до 160	—	550	16	—	—		
	Лист, полоса. Нормализация	840–870	Воздух	До 16	340	580–770	17 15[1]	—	—		≤ 229
				От 16 до 100	305	580–770	17 15[1]	—	—		
				От 100 до 160	275	560–750	15 13[1]	—	—		
	Лист, полоса. Закалка Отпуск	820–850 830–860 540–680	Вода Масло Воздух	До 16	500	700–850	14	35	25[2]		
				Свыше 16 до 40	430	650–800	16	40	25[1]		
				Свыше 40 до 100	370	630–780	17	45	25[2]		
	Полоса нормализованная			До 20	355	600	16	40	—		
				Свыше 20 до 32	355	600	14	40	—		
				Свыше 32 до 60	355	600	13	40	—		
ГОСТ 2284–79	Отжиг			0,1–4,0	—	440–690	14	—	—		
ГОСТ 5663–79	Без термической обработки	1 класс		ø 1,0–6,0	—	560–710	—	55	—		
		2 класс			—	740	—	40	—		

45	Механические свойства при комнатной температуре										
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 8479–70	Нормализация	830–860	Воздух	До 100	315	570	17	38	39		167–207
				101–300	275	530	17	38	34		156–197
	Отпуск	550–600	Воздух или печь	301–500	245	470	17	35	34		143–179
				501–800	245	470	15	30	34		143–179
	Закалка	820–850	Вода	До 100	395	615	17	45	59		187–229
	Отпуск	550–650	Воздух	101–300	345	590	17	40	54		174–217
				301–500	315	570	12	30	29		167–207
ГОСТ 8731–74	Термическая обработка			в 20–820 s 2,5–36	320	590	14	—	—		≤ 207
ГОСТ 8733–74	Термическая обработка			в 5–250 s 0,3–24	320	590	14	—	—		≤ 207
ГОСТ 10702–78	Термическая обработка			5–48	—	590	—	40	—	—	≤ 207
ГОСТ 16523–97	Термическая обработка	Горячекатаный лист		До 2,0	—	490–720	12	—	—		
				Свыше 2,0	—	490–720	13	—	—		
		Холоднокатаный лист		До 2,0	—	490–720	13	—	—		
				Свыше 2,0	—	490–720	14	—	—		
ТУ 108.11.890–87	Термическая обработка			До 800	275	530	13	30	29	—	156–197
ДЦ	Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ и низкий отпуск		Вода		Не определяются					Поверхности 40–56	—
	Закалка[3]	830–850	Масло	До 15	650	900	15	40	30	30–40	—
	Отпуск	160–180	Воздух								
	Закалка	830–850	Вода	До 20	950	1200	6	22	—	40–50	—
	Отпуск	180–200	Воздух								

[1] Поперечные образцы.
[2] Работа удара, Дж.
[3] Режим для мелких тонкостенных деталей сложной конфигурации.

Назначение. Вал-шестерни, коленчатые и распределительные валы, шестерни, шпиндели, бандажи, плунжеры, стойки, колонны, оправки, рычаги, траверсы, хвостовики, цилиндры, кулачки, штуцеры, шайбы, вилки, кронштейны, установочные винты, пальцы, втулки, арматура, детали насосов, тяги, шпоры, шпонки, храповики, стропы и другие детали, крепеж трубопроводов ТЭС, АЭС, паровых турбин.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
			+ 20	– 20	– 40	– 60	– 80	– 100	
σ_{-1}	τ_{-1}								
280	170	Нормализация с 850°C, отпуск при 550–650°C.	90–94	61	61	49	40	12	Нормализация и отпуск

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °C	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1250–780	Поковки всех размеров ответственного назначения	Нормализация, два переохлаждения, отпуск	До 400	На воздухе
Заготовка	1250–750	Остальные поковки: а) до 400, б) 401–800, в) > 800	а) на воздухе, б) отжиг низкотемпературный, в) отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В горячекатаном состоянии при 170–179 НВ и $\sigma_в$ = 650 Н/мм² K_v = 1,0 (твердый сплав), K_v = 1,0 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
50	Сортовой прокат — ГОСТ 1050–88, ГОСТ 10702–78. Поковки — ГОСТ 8479–70, ТУ 108.11.905–87. Лист — ГОСТ 1577–93, ГОСТ 16523–97. Лента — ГОСТ 2284–79, ГОСТ 10234–77. Полоса — ГОСТ 1577–93.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 1050–88										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1
0,47–0,55	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,040	≤ 0,035	≤ 0,25	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,008	≤ 0,30	725	760	690	750

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 1050–88	В горячекатаном состоянии				Не определяются						≤ 241
	В отожженном состоянии										≤ 207
	Нормализация	850	Воздух	До 80	375	630	14	40	38	—	—
				Свыше 80 до 250	375	630	12	35	38	—	—
	Закалка	810–850	Вода или масло	До 16	520	750–900	13	—	—		
				От 16 до 40	460	700–850	15	—	—	50	
	Отпуск	550–600	Воздух	От 40 до 100	400	650–800	16	—	—		
ГОСТ 1577–93	Лист. Без термообработки, после контролируемой прокатки или нормализованный			До 20	—	630	16	—	—		≤ 241
				Свыше 20 до 32	—	630	14	—	—		
				Свыше 32 до 160	—	630	13	—	—		
	Лист отожженный или высокоотпущенный			До 20		580	17	—	—		≤ 207
				Свыше 20 до 32		580	15	—	—		
				Свыше 32 до 160		580	14	—	—		
	Лист и полоса. Нормализация	835–865	Воздух	До 16	355	600–820	16 / 14[3]	—	—		≤ 241
				От 16 до 100	320	600–820	16 / 14[4]	—	—		
				От 100 до 160	290	580–800	14 / 12[3]	—	—		
	Лист и полоса. Закалка	810–840 / 820–850	Вода / Масло	До 16	520	750–900	13	30	—		
				Свыше 16 до 40	460	700–850	15	35	—		
	Отпуск	540–680	Воздух	Свыше 40 до 100	400	650–800	16	40	—		
ГОСТ 2284–79	Отжиг			0,1–4,0	—	440–740	13	—	—		

50	Механические свойства при комнатной температуре										
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 8479–70	Нормализация			До 100	315	570	17	38	39		167–207
				101–300	275	530	17	38	34		156–197
ГОСТ 10234–77	Отжиг			≤ 0,1–4,0 ширина 0,5–12	—	740	10	—	—	—	
ГОСТ 10702–78	Термическая обработка			5–48	—	—	—	—	—	—	≤ 217
ГОСТ 16523–97	Термически обработанный горячекатаный лист			До 2,0	—	490–720	12	—	—		
				Свыше 2,0	—	490–720	13	—	—		
	Термически обработанный холоднокатаный лист			До 2,0	—	490–720	13	—	—		
				Свыше 2,0	—	490–720	14	—	—		
ДЦ	Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ и низкий отпуск		Вода, водный раствор глицерина или масло		Не определяются					Поверхности 40–50	—

[1] Поперечные образцы.

Назначение. Штоки, плунжеры, шестерни, венцы, бандажи, шпиндели, молотки и др. Рабочие валки блюмингов, слябингов, заготовочных, рельсобалочных, крупносортных, несортных, мелкосортных, штрипсовых и проволочных обжимных и сортовых станов, а также рабочие валки всех размеров листовых станов для горячей прокатки металла.

Сталь склонна к трещинам при закалке в воде.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 50	– 60	– 80	
285	170	Нормализация с 830–860°C, отпуск при 600–650°C.	50	—	—	—	38	—	Закалка с 850°C в масле, отпуск при 450°C.
			80	—	68	52	—	—	Закалка 850°C, вода, отпуск 600°C.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °C	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1250–800	Поковки всех размеров ответственного назначения	Нормализация, два переохлаждения, отпуск	До 400	На воздухе
Заготовка	1250–800	Остальные поковки: а) до 400, б) 401–800, в) > 800	а) на воздухе, б) отжиг низкотемпературный, в) отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В горячекатаном состоянии при 196–202 НВ и $\sigma_в$ = 650 Н/мм² K_v = 1,0 (твердый сплав), K_v = 0,7 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
55	Сортовой прокат — ГОСТ 1050–88. Поковки — ГОСТ 8479–70. Лист — ГОСТ 1577–93. Лента — ГОСТ 2284–79.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 1050–88										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,52–0,60	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,040	≤ 0,035	≤ 0,25	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,008	≤ 0,30	725	755	690	750

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 1050–88	В горячекатаном состоянии			До 250	Не определяются						≤ 255
	В отожженном состоянии			До 250							≤ 217
	Нормализация	850	Воздух	До 80	380	650	13	35	—	—	—
				Свыше 80 до 250	380	650	11	30			
	Закалка	805–850	Вода или масло	До 16	550	800–950	12	—	—		
	Отпуск	550–600	Воздух	От 16 до 40	490	750–900	14	—	—		
				От 40 до 100	420	700–850	15	—	—		
ГОСТ 1577–93	Нормализация	830–860	Воздух	До 16	370	630–870	15 13[1]	—	—		≤ 255
				От 16 до 100	330	630–870	15 13[1]	—	—		
				От 100 до 160	300	610–850	13 11[1]	—	—		
	Закалка	805–835	Вода	До 16	550	800–950	12	30	—		
		815–845	Масло	Свыше 16 до 40	500	750–900	14	35	—		
	Отпуск	540–680	Воздух	Свыше 40 до 100	430	700–850	15	40	—		

55	Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 2284–79	Отжиг			0,1–4,0	—	440–740	13	—	—		
ГОСТ 8479–70	Нормализация		Воздух	До 100	490	655	16	45	59		212–248
				100–300	315	570	14	35	34		167–207

[1] Поперечные образцы.

Назначение. Штоки, венцы, цапфы, эксцентрики и другие детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности и износостойкости. Рабочие валки блюмингов, слябингов, заготовочных, резьсбалочных, крупносортных, среднесортных и мелкосортных станов и рабочие валки всех размеров листовых станов для горячей прокатки металла. Цельнокованые колеса для вагонов и бандажи подвижного состава железных дорог широкой колеи.

Сталь склонна к трещинам при закалке в воде.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 50	– 80	– 100	
385	223	Закалка с 790°C в воде, отпуск при 650°C.	27	21	18	13	10	—	Горячекатаное состояние

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °C	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
		Поковки всех размеров ответственного назначения	Нормализация, два переохлаждения, отпуск		
		Остальные поковки:			
Слиток	1240–800	а) до 400,	а) на воздухе,	До 400	На воздухе
Заготовка	1240–800				
		б) 401–800,	б) отжиг низкотемпературный,		
		в) > 800	в) отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций. КТ с последующей термообработкой.	В нормализованном состоянии при 212–225 НВ K_v = 1,00 (твердый сплав), K_v = 0,65 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
60	Сортовой прокат — ГОСТ 1050–88. Лист — ГОСТ 1577–93. Лента — ГОСТ 2284–79.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 1050–88										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,57–0,65	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,040	≤ 0,035	≤ 0,25	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,008	≤ 0,30	725	750	690	745

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 1050–88	В горячекатаном состоянии			До 250	Не определяются						≤ 255
	В отожженном состоянии			До 250							≤ 229
	Нормализация	840	Воздух	До 80	400	680	12	35	—	—	—
				Свыше 80 до 250	400	680	10	30	—	—	—
	Закалка	800–840	Вода или масло	До 16	580	850–1000	11	—	—		
	Отпуск	550–600	Воздух	От 16 до 40	520	800–950	13	—	—	—	
				От 40 до 100	450	750–900	14	—	—		
ГОСТ 1577–93	Нормализация	820–850	Воздух	До 16	380	650–920	14 12[1]	—	—		≤ 255
				От 16 до 100	340	650–920	14 12[1]	—	—		
				От 100 до 160	310	630–880	12 10[1]	—	—		
	Закалка	800–830	Вода	До 16	580	850–1000	11	25	—		
		810–840	Масло	Свыше 16 до 40	520	800–950	13	30	—		
	Отпуск	540–680	Воздух	Свыше 40 до 100	450	750–900	14	35	—		

60	Механические свойства при комнатной температуре										
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 2284–79	Отжиг			0,1–4,0	—	440–740	10	—	—		

[1] Поперечные образцы.

Назначение. Эксцентрики, шпиндели, бандажи, диски сцепления, пружинные кольца амортизаторов, замковые шайбы, регулировочные шайбы, регулировочные прокладки и другие детали, к которым предъявляются требования высокой прочности и износостойкости. Рабочие валки листовых станов для горячей прокатки металла. Цельнокованые колеса для вагонов и бандажи для подвижного состава ж. д. широкой колеи.

Сталь склонна к трещинам при закалке в воде.

Предел выносливости, Н/мм²		Состояние стали	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
350	—	При $\sigma_в$ = 710 Н/мм², N=10⁷.							
373	—	При $\sigma_в$ = 710 Н/мм², N=10⁶.							

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °C	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
		Поковки всех размеров ответственного назначения	Нормализация, два переохлаждения, отпуск		
Слиток	1220–800	Остальные поковки:			
Заготовка	1220–800	а) до 400,	а) на воздухе,	До 300	На воздухе
		б) 401–800,	б) отжиг низкотемпературный,		
		в) > 800	в) отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций. КТ с последующей термообработкой.	В горячекатаном состоянии при 229 НВ K_v = 0,95 (твердый сплав), K_v = 0,65 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
75	Сортовой прокат, фасонный прокат, полоса — ГОСТ 14959–79.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 14959–79									Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	Примечание	Ac_3	Ac_1	Ar_1	Ar_3
0,72–0,80	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,25	≤ 0,25	≤ 0,20	Качественная	720	735	700	—
			≤ 0,025	≤ 0,025				Высококачественная				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ[1], %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 14959–79	В горячекатаном состоянии				Не определяются						≤ 285
	Закалка Отпуск	820 470	Масло Воздух	До 80	885	1080	9	30	—		≤ 241
				81–150	885	1080	7	25			
				151–250	885	1080	6	20			

[1] Нормы относительного сужения даны только для круглых образцов.

Назначение. Крановые колеса, рессоры и пружины, пружины амортизаторов, знаки сцепления, круглые и плоские пружины, пружины клапанов двигателей автомобилей и т.д.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	–50	
392	—	При $\sigma_в$ = 1085 Н/мм².							
—	350–400	Закалка с 820°С в масле, отпуск при 480°С, воздух.							

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–800	50–220	В колодцах	50–220	В колодцах
Заготовка	1180–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций. КТ с последующей термообработкой.	В горячекатаном состоянии при ≤ 285 НВ K_v = 0,85 (твердый сплав)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
85	Сортовой прокат, фасонный прокат, полоса — ГОСТ 14959–79.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 14959–79									Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	Примечание	Ac_3	Ac_1	Ar_1	Ar_3
0,82–0,90	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,25	≤ 0,25	≤ 0,20	Качественная	720	730	700	—
			≤ 0,025	≤ 0,025				Высококачественная				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ[1], %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 14959–79	В горячекатаном состоянии				Не определяются						≤ 302
	В термообработанном состоянии										≤ 269
	Закалка Отпуск	820 470	Масло Воздух	До 80	980	1130	8	30	—		—
				81–150	980	1130	6	25			
				151–250	980	1130	5	20			

[1] Нормы относительного сужения даны только для круглых образцов.

Назначение. Пружины, фрикционные диски и другие детали, к которым предъявляются требования высоких прочностных и упругих свойств и износостойкости.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
	343–392	Проволока: $\sigma_{в2}$ = 640–880 Н/мм², $\sigma_в$ = 910–1320 Н/мм²							

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–800	50–220	В колодцах	50–220	В колодцах
Заготовка	1180–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций. КТ с последующей термообработкой.	В горячекатаном состоянии при 302 НВ K_v = 0,8 (твердый сплав)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
15К	Лист — ГОСТ 5520–79.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5520–79										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,12—0,20	0,15—0,30	0,35–0,65	≤ 0,040	≤ 0,040	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,008	≤ 0,30	724	860	676	830

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCU, после механического старения, Дж/см²	Изгиб
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5520–79	В горячекатаном состоянии			До 5	225	370–480	27		—	—	
				5–20	225	370–480	27		69 39[1]	34	
				21–40	215	370–480	26		64 39[1]	29	
				41–60	205	370–480	25		69 39[2]	29	
				4–30	—	—	—	—	—	—	d=0,5a
				31–60	—	—	—	—	—	—	d=1,5a

[1] KCU при 0°С.

Назначение. Детали паровых котлов и сосудов, работающие под давлением при температуре до 450°С.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
			88	—	49	—	39	—	Горячекатаное состояние

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1260–750				
Заготовка	1260–750				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ.	В горячекатаном состоянии при $\sigma_в$ = 370–480 Н/мм² K_v = 1,96 (твердый сплав), K_v = 1,8 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
16К	Лист — ГОСТ 5520–79.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5520–79										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,12–0,20	0,17–0,37	0,45–0,75	≤ 0,040	≤ 0,040	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,008	≤ 0,30				

Механические свойства при комнатной температуре (на поперечных образцах)

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCU, после механического старения, Дж/см²	Изгиб
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5520–79	Нормализация			До 5	255	400–490	22		—	—	
				5–20	255	400–490	22		69 39[1]	34	
				21–40	245	400–490	22		69 39[1]	34	
				41–60	235	400–490	22		69 39[1]	34	
				4–60	—	—	—		—	—	d=2a

[1] KCV при 0°С.

Назначение. Детали котлов и сосудов, работающие под давлением при температуре от минус 20 до 450°С.

Предел текучести $\sigma_{0,2}$, Н/мм² (ГОСТ 5520-79) при температуре испытания, °С

200	250	300	350	400	450
205	185	155	135	120	98

Технологические характеристики

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном состоянии при $\sigma_в$ = 400 Н/мм² K_v = 2,13 (твердый сплав), K_v = 2,0 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
18К	Лист — ГОСТ 5520–79.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5520–79.										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1
0,14–0,22	0,17–0,37	0,55–0,85	≤ 0,040	≤ 0,040	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,008	≤ 0,30				

Механические свойства при комнатной температуре (на поперечных образцах)

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCU, после механического старения, Дж/см²	Изгиб
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5520–79	Нормализация			До 5	275	430–520	20		—	—	
				От 5–20	275	430–520	20		59	29	
				21–40	265	430–520	20		59	29	
				41–60	255	430–520	20		59	29	
				4–60	—	—	—	—	—	—	d=2,5a

Назначение. Детали котлов и сосудов, работающие под давлением при температуре от минус 20 до 450°С.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
			—	—	—	—	—	—	

Предел текучести $\sigma_{0,2}$, Н/мм² (ГОСТ 5520-79) при температуре испытания, °С

200	250	300	350	400	450
225	205	175	155	135	120

Технологические характеристики

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.	В состоянии нормализации при $\sigma_в$ = 500 Н/мм² K_v = 1,45 (твердый сплав), K_v = 1,12 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
20К	Лист — ГОСТ 5520–79.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5520–79										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,16–0,24	0,15–0,30	0,35–0,65	≤ 0,040	≤ 0,040	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,008	≤ 0,30	724	845	682	815

Механические свойства при комнатной температуре (на поперечных образцах)

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCU, после механического старения, Дж/см²	Изгиб
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5520–79	В горячекатаном состоянии			До 5	245	400–510	25	—	—	—	
				От 5–20	245	400–510	25	—	59 29[1]	29	
				21–40	235	400–510	24	—	54 29[1]	24	
				41–60	225	400–510	23	—	49 29[1]	24	
				4–30	—	—	—	—	—	—	d=1,5a
				31–60	—	—	—	—	—	—	d=2,5a

[1] KCV при 0°С.

Назначение. Детали паровых котлов и сосудов, работающие под давлением при температуре от минус 20 до 450°С, корпусы цилиндров и камеры горения газовых турбин и др.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1260–750				
Заготовка	1260–750				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ.	В горячекатаном состоянии при $\sigma_в$ = 410–500 Н/мм² K_v = 1,56 (твердый сплав), K_v = 1,3 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
22К	**Поковки** — ОСТ 108.030.113–87, ТУ 302.02.092–90. **Лист** — ГОСТ 5520–79, ТУ 302.02.092–90, ТУ 14–2–533–83, ТУ 108.1025–81, ТУ 108–972–80, ТУ 108.11.296–87, ТУ 108.11.906–87.

Массовая доля элементов, %											НД	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	Al	Cu	N		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,19–0,26	0,17–0,40	0,70–1,00	≤ 0,035	≤ 0,040	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,02	≤ 0,30	≤ 0,008	ГОСТ 5520–79	724	845	682	815
0,19–0,26	0,20–0,40	0,75–1,00	≤ 0,025	≤ 0,025	≤ 0,40	≤ 0,50	—	—	≤ 0,30	—	ОСТ 108.030.113–87				
0,19–0,26	—	0,70–1,00	≤ 0,025	≤ 0,025	≤ 0,40	≤ 0,30	—	—	≤ 0,30	—	ТУ 302.02.092–90				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCU, после механического старения, Дж/см²	Изгиб	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее							
ГОСТ 5520–79	В горячекатаном или термически обработанном состоянии			От 25 до 60	265	430–590	22	—	59	29	d=2a	
				Свыше 60 до 70	255	430–590	22	—	59	29		
ОСТ 108.030.113–87	Нормализация	930–950	Воздух	До 100	215	430–590	23	48	59			123–167
				Свыше 100 до 200	215	430–590	21	45	54			
	Отпуск	620–680	Воздух	Свыше 200 до 400	215	430–590	19	38	49			
ТУ 302.02.092–90	В термически обработанном состоянии			До 200	250	435–640	20	45	69			135–207
				До 400	215–500	430–620	21	45	69			123–205

Требования к механическим свойствам листов установлены для поперечных образцов, для поковок – для продольных.

Назначение. Обечайки, днища, фланцы, цельнокованые и сварные барабаны паровых котлов, корпусы и горловины сепараторов, корпусы цилиндров и камеры горения газовых турбин, полумуфты, патрубки и другие детали, работающие при температуре от – 40 до + 450°С под давлением.

Коррозионная стойкость					Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С			Термообработка
Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости	+ 20	– 20	– 40	
Общая	Водные растворы, содержащие 5–15 мг/кг Cl^- и до 6 мг/кг O_2	200–300	3000	2	118–157	77–113	11–138	Листы толщиной 30–70 мм. Нормализация 930°С. Отпуск 600–650°С.
Точечная			3000	Питтинги до 250 мкм				

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток Заготовка	1280–750 1280–750	Поковки всех размеров ответственного назначения	Нормализация, два переохлаждения, отпуск	До 400	На воздухе
		Остальные поковки: а) до 400, б) 401–800, в) > 800	а) на воздухе, б) отжиг низкотемпературный, в) отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, ЭШ и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В закаленном и отпущенном состоянии при $\sigma_в \geq 440$ Н/мм² $K_v = 1,6$ (твердый сплав), $K_v = 1,2$ (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
А12	Сортовой прокат — ГОСТ 1414–75.

Массовая доля элементов, % по ГОСТ 1414–75										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,08–0,16	0,15–0,35	0,70–1,10	0,080–0,200	0,080–0,150	—	—	—	—	≤ 0,25	735	866	685	840

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 1414–75	В горячекатаном состоянии			До 100	—	410	22	34	—		≤ 160
	В нагартованном и калиброванном состоянии			До 30	—	510	7	—	—		≤ 217
				От 30 до 60	—	460	7	—	—		≤ 217
ДЦ	Жидкостная цементация	860–880		15	300	450		36	—	≥ 56	
	Закалка	860–880	Вода								
	Отпуск	180–200	Воздух								
	Цианирование	820–860		15	300	450		36	—	≥ 56	
	Закалка	820–860	Вода								
	Отпуск	180–200	Воздух								

Назначение. Оси, валики, втулки, кольца, зубчатые колеса, шестерни, пальцы, винты, болты и другие малонагруженные мелкие детали сложной формы, обрабатываемые на станках-автоматах, к которым предъявляются повышенные требования по качеству поверхности и точности размеров.

После цементации и цианирования — малонагруженные детали, к которым предъявляются требования по чистоте поверхности и износостойкости.

Прокат из стали А12 с 01.01.91 не допускается к применению во вновь создаваемой и модернизируемой технике.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–850				
Заготовка	1200–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В горячекатаном состоянии при ≤ 160 НВ и $\sigma_в$ = 410 Н/мм², K_v = 1,6 (твердый сплав)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
А20	Сортовой прокат — ГОСТ 1414–75.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 1414–75										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,17–0,25	0,15–0,35	0,70–1,00	0,080–0,150	≤ 0,060	—	—	—	—	≤ 0,25	735	866	685	840

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 1414–75	В горячекатаном состоянии			Все размеры	—	450	20	30	—		≤168
	Калиброванная нагартованная			Все размеры	—	530	7	—	—		≤217

Назначение. Мелкие детали машин и приборов, малонагруженные детали сложной формы, к которым предъявляются повышенные требования по точности размеров и качеству поверхности.

Технологические характеристики

Температурный интервал ковки, °С: 1180–850

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	—	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
А30	Сортовой прокат — ГОСТ 1414–75.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 1414–75										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,26–0,35	0,15–0,35	0,70–1,00	0,080–0,150	≤ 0,060	—	—	—	—	≤ 0,25	735	845	680	820

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 1414–75	В горячекатаном состоянии			До 100	—	510	15	25	—		≤ 185
	Калиброванная нагартованная			До 60	—	540	6	—	—		≤ 223

Назначение. Детали сложной формы, обрабатываемые на станках-автоматах, к которым предъявляются повышенные требования по качеству поверхности, работающие при повышенных напряжениях и давлениях.

Технологические характеристики

Температурный интервал ковки, °С: 1200–850

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В горячекатаном состоянии при ≤ 185 НВ и $\sigma_в$ = 510 Н/мм² K_v = 0,97 (твердый сплав)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
А35	Сортовой прокат — ГОСТ 1414–75.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 1414–75

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu
0,32–0,40	0,15–0,35	0,70–1,00	0,080–0,150	≤ 0,060	—	—	—	—	≤ 0,25

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
—	—	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 1414–75	В горячекатаном состоянии			Все размеры	—	510	15	23	—		≤ 201
	Калиброванная нагартованная			Все размеры	—	570	6	—	—		≤ 229

Назначение. Детали сложной формы, обрабатываемые на станках-автоматах, к которым предъявляются повышенные требования по качеству поверхности, работающие при повышенных напряжениях и давлениях.

Технологические характеристики

Температурный интервал ковки, °С: 1200–850

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	—	Не чувствительна

Марка стали	Вид поставки
А40Г	Сортовой прокат — ГОСТ 1414–75.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 1414–75

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu
0,37–0,45	0,15–0,35	1,20–1,55	0,18–0,30	≤ 0,050	—	—	—	—	≤ 0,25

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
730	830	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 1414–75	В горячекатаном состоянии			До 100	—	590	14	20	—		≤ 207
	Калиброванная, высокоотпущенная (отожженная)			До 60	—	590	17	—	—		≤ 229

Назначение. Детали сложной формы, обрабатываемые на станках-автоматах, и детали, к которым предъявляются повышенные требования к качеству поверхности, работающие при повышенных нагрузках, ходовые винты металлорежущих станков.

Технологические характеристики

Температурный интервал ковки, °С: 1100–800

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В горячекатаном состоянии при ≤ 207 НВ и $\sigma_в$ = 590 Н/мм² K_v = 1,3 (твердый сплав), K_v = 1,0 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
ОС	Заготовки осевые для подвижного состава железных дорог колеи 1520 мм – ГОСТ 4728–96

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4728–96								Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1
0,42–0,50	0,15–0,35	0,60–0,90	≤ 0,040	≤ 0,040	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,25				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	σ_b, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 4728–96	Нормализация					580–615	20		50[4] / 35[3]		—
						620–645	19		40[4] / 30[3]		
						Более 650	18		35[1] / 30[3]		

[1] Среднее арифметическое значение по 4-м образцам.

[2] Минимальное значение для отдельных образцов.

Назначение. Оси локомотивов, дизель–электропоездов, вагонов железных дорог и вагонов метрополитена.

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций	В нормализованном состоянии при σ_b = 580 Н/мм² K_v = 1,1 (твердый сплав), K_v = 0,75 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Основные размеры сечения заготовок

Поперечное сечение квадратных заготовок, мм	Диаметр круглых заготовок, мм	Предельное отклонение
Номинальные значения		
190; 200; 205; 210; 215; 220	210; 230; 250	±4,00
230; 250; 265	270; 290; 300	±4,5
275; 300; 350	–	±5,0

Номинальная масса заготовки определяется из расчета номинальных размеров поперечного сечения с учетом радиуса скругления углов заготовки, длины и половины допусков по длине заготовки при плотности стали 7850 кг/м³ (7,85 т/м³). Минимальная масса заготовки устанавливается по согласованию между потребителем и изготовителем.

СТАЛИ НИЗКОЛЕГИРОВАННЫЕ

Марка стали	Вид поставки
09Г2	Сортовой и фасонный прокат, полосы, гнутые профили — ГОСТ 19281–89. Лист — ГОСТ 19281–89, ТУ 14–1–5241–93.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 19281–89

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	N	As	Cu
≤ 0,12	0,17–0,37	1,40–1,80	≤ 0,040	≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,012	≤ 0,08	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
720	830	620	710

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	δ, % (не менее)	ψ, % (не менее)	KCU, Дж/см² (не менее)	KCU, после механического старения, Дж/см² (не менее)	Изгиб
ГОСТ 19281–89	Листовой и широкополосный прокат в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 5	305	440	21	—	—	29	
				От 5 до 10	305	440	21	—	34[1]	29	d=2a
				Свыше 10 до 20	305	440	21	—	29[1]	29	
				От 20 до 32	295	430	21	—	59 39[1] 24[2]	29	d=2a
	Гнутые профили в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 20	305	440	21	—	—	—	d=2a
				От 20 до 32	295	430	21	—	—	—	d=2a
	Сортовой, фасонный и широкополосный прокат в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До10	305	440	21	—	98 39[1] 29[2]	29	d=2a
				От 10 до 20	305	440	21	—	98 29[1] 29[2]	29	d=2a
				Свыше 20 до 32	295	430	21	—	29[1]	29	d=2a

[1] KCU при минус 40°С.
[2] KCU при минус 70°С.

Назначение. Стойки ферм, верхние обвязки вагонов, хребтовые балки и двутавровые, другие детали вагоностроения, рамы шахтных вагонеток, рамы кранов перегружателей, детали экскаваторов, детали коксовых машин, элементы сварных металлоконструкций и другие детали, работающие при температуре от – 40°С до + 450°С не под давлением.

Предел выносливости, Н/мм²		Сечение, мм	Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}			+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
235	137	4–32	В состоянии поставки	71–289	71–274	57–265	40–263	39–259	87–160	Горячекатаное состояние
274	167	10–20	В улучшенном состоянии	Образцы поперечные, лист толщиной 20 мм						

Технологические характеристики

Температурный интервал ковки 1250–850 °С

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Свариается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ.	В нормализованном и отпущенном состоянии при $\sigma_в$ = 520 Н/мм² K_v = 1,6 (твердый сплав), K_v = 1,0 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
10Г2	Поковки — ГОСТ 8479–70. Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71. Трубы — ГОСТ 550–75, ГОСТ 8731–74, ГОСТ 8733–74.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	Cu
0,07—0,15	0,17–0,37	1,20–1,60	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,30	—	≤ 0,008	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
720	830	620	710

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	δ, % (не менее)	ψ, % (не менее)	KCU, Дж/см² (не менее)	HRC	НВ
ГОСТ 4543–71	Отжиг или высокий отпуск	890–910	С печью	Свыше 5 до 250	Не определяются						≤ 197
	Закалка Отпуск	905–935 550–650	Воздух	До 80 81–150 Свыше 150 до 250	245	420	22 20 19	50 45 40	— — —		—
ГОСТ 550–75	В горячедеформированном или термически обработанном состоянии			ø 20–219 s 2,0–25	265	421	21	50	118		≤ 197
ГОСТ 8731–74	В горячедеформированном или термически обработанном состоянии			ø 20–530 s 2,5–36	265	421	21	—	—		≤ 197
ГОСТ 8733–74	В термически обработанном состоянии			ø 5–250 s 0,3–24	245	422	22	—	—		≤ 197
ГОСТ 8479–70	Нормализация	910–930	Воздух	До 100 100–300 301–500	215	430	24 20 18	53 48 40	54 49 44		123–167

Назначение. Патрубки, штуцера, змеевики, трубные пучки, крепежные детали и другие, работающие при температуре до минус 70°С под давлением.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 70	– 80	
221	—	При $\sigma_в$ = 530 Н/мм².	280 364	— —	— —	153 276	117 185	— —	Отжиг. Нормализация 900°С.
289	—	При $\sigma_в$ = 590 Н/мм².	321	—	—	304	211	—	Закалка 900°С. Отпуск 500°С.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–750	До 100	На воздухе	До 100	На воздухе
Заготовка	1250–780				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Свариается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ.	В термически обработанном состоянии при ≤ 197 НВ и $\sigma_в$ = 420 Н/мм² K_v = 1,92 (твердый сплав), K_v = 1,86 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
15ГС	**Трубы** — ТУ 14-3-460-75, ТУ 14-3-420-75. **Трубная заготовка** — ТУ 14-1-1529-93, ТУ 14-1-2560-78, ТУ 14-1-1787-76, ТУ 108.1267-84, ТУ 108.11.653-82. **Лист** — ТУ 108.1268-84. **Поковки** — ОСТ 108.030.113-87, ТУ 108.771-84, ТУ 108.772-85.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14-3-460-75								Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,12–0,18	0,70–1,00	0,90–1,30	≤ 0,025	≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,30				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCU, после механического старения, Дж/см²	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 14-3-460-75	Нормализация	900–930	Воздух	ø 57–465	294	490	18	45	59		
				s 3,5–60	294[1]	490[1]	16[1]	40[1]	49[1]		
ТУ 14-3-420-75	Нормализация	900–930	Воздух	ø 465–530	294[1]	490[1]	16[1]	40[1]	49[1]		
				s 28–65							
ТУ 14-1-1529-93	Нормализация	900–930	Воздух	ø 80–270	295	490–610	18	45	59		
					295[1]	490–610[1]	16[1]	40[1]	49[1]		
ТУ 108.1267-84	В термически обработанном состоянии			ø 630–920	275	490–640	18	48	49		
				s 50–80							
ТУ 14-1-2560-78	Нормализация	900–950	Воздух	ø 370–650	295[1]	490[1]	16[1]	40[1]	49[1]		
				s 130–275							
ТУ 108.1268-84	В термически обработанном состоянии			До 70	295[1]	490–635[1]	20[1]	40[1]	KCV 30[1]	30[1]	
				71–80	295[1]	490–635[1]	19[1]	40[1]	KCV 30[1]	30[1]	
				81–90	275[1]	470–635[1]	18[1]	40[1]	KCV 25[1]	30[1]	

15ГС	Механические свойства при комнатной температуре										
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCU, после механического старения, Дж/см²	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ОСТ 108.030.113–87	Нормализация	900–930	Воздух	До 100	275	470–610	21	48	59		140–192
				Свыше 100 до 200	275	470–610	19	45	54		
				Свыше 200 до 400	275	470–610	17	38	49		
				До 400					KCV ≥ 29 Тк ≤ 20°С		

[1] Испытания на поперечных образцах.

Назначение. Трубные элементы, штампованные из листа, и кованые детали котлов и трубопроводов, работающие под давлением при температуре до 450°С; трубные элементы и кованые детали сосудов, работающие под давлением при температуре от минус 40 до 400 и 450°С, соответственно. Трубные элементы, штампованные и кованые детали АЭС, работающие при температуре до 400°С.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	из слитков		из заготовок	
		Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	Гибка труб в горячем состоянии осуществляется нагревом до 900°С, начало гибки 760°С, конец 720°С.				
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Свариается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ.	После нормализации при $\sigma_в$ = 490 Н/мм² K_v = 1,62 (твердый сплав), K_v = 1,37 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
16ГС	**Лист** — ГОСТ 5520–79, ГОСТ 19281–89, ТУ 14–1–5241–93. **Широкополосный прокат** — ГОСТ 19281–89. **Гнутые профили** — ГОСТ 19281–89. **Сортовой и фасонный прокат** — ГОСТ 19281–89. **Поковки** — ГОСТ 8479–70, ОСТ 108.030.113–87. **Трубы** — ТУ 3–923–75, ТУ 05764417–036–95, ТУ 05764417–008–93.

Массовая доля элементов, %										НД	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	N	As	Cu		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,12–0,18	0,4–0,7	0,9–1,2	≤ 0,040	≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,008	≤ 0,08	≤ 0,30	ГОСТ 5520–79	736–745	920–927	641–735	791–820
							≤ 0,012			ГОСТ 19281–89				
			≤ 0,035	≤ 0,030			—	—		ТУ 05764417–036–95 ТУ 05764417–008–93				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCU, после механического старения, Дж/см²	Изгиб	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее							
ГОСТ 5520–79	В горячекатаном или термически обработанном состоянии (испытание механических свойств на поперечных образцах)			До 5	325	490	21		—	29		
				От 5 до 10	325	490	21		59 39[1] 29[2] 34[3]	29		
				От 10 до 20	315	480	21		59 29[1] 24[2] 34[3]	29		
				Свыше 20 до 32	295	470	21		59 29[1] 24[2] 34[3]	29		
				Свыше 32 до 60	285	460	21		59 29[1] 24[2] 34[3]	29		
				Свыше 60 до 160	275	450	21		59 29[1] 24[2] 34[3]	29		
				От 4 до 160							d=2a	
ГОСТ 8479–70	Нормализация			От 100 до 300	245	470	19	42	39	—	—	143–179
ГОСТ 19281–89	Листовой и широкополосный прокат в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 10	325	450	21	—	59 39[2] 29[2]	29	d=2a	
				Свыше 10 до 20	315	450	21		59 29[1] 24[2]	29	d=2a	
				Свыше 20 до 160	265	450	21		59 29[1] 24[2]	29	d=2a	

16ГС	Механические свойства при комнатной температуре											
НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	δ, % (не менее)	ψ, % (не менее)	KCU, Дж/см² (не менее)	KCU, после механического старения, Дж/см² (не менее)	Изгиб	НВ
ГОСТ 19281–89	Гнутые профили			До 10	325	450	21				d=2a	
				Свыше 10 до 20	315	450	21	—	—	—	d=2a	
				Свыше 20 до 160	265	450	21				d=2a	
ОСТ 108.030.113–87	Нормализация	900–930	Воздух	До 100	275	450–610	22	48	59	Тк ≤ 20°С		140–192
				Свыше 100 до 200			20	45	54			
				Свыше 200 до 400			18	38	49			
ТУ 0576441 7–008–93	Нормализация Отпуск			ø 426–920 s 32–70	290	490	18	40	60 30[4] 45[5]			
ТУ 0576441 7–036–95	Нормализация Отпуск			ø 426–920 s 32–70	290	490	18	40	30[4] 45[5]			
ТУ 3–923–75	Закалка			ø 480–600 s 15–45	294	491	18	40	59 24,5[4]			
	Отпуск			ø свыше 600 до 730 s до 45					59 19,6[5]			

[1] KCU при минус 40°С.
[2] KCU при минус 70°С.
[3] KCV при 0°С.
[4] KCV при 20°С.
[5] KCV при 50°С.

Требования к механическим свойствам и ударной вязкости (за исключением KCV) листового проката установлены для поперечных образцов, труб – для тангенциальных образцов.

Назначение. Кованые и штампованные детали, а также трубные элементы, работающие под давлением в котлах и трубопроводах пара и горячей воды при температуре до 450°С, в сосудах – при температурах от минус 40°С до 475°С, в атомных энергетических установках – при температуре до 400°С. Элементы сварных металлоконструкций, работающие при температуре до минус 70°С.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
			60–200	115–180	94–210	7–183	7–145		Нормализация с 950°С, отпуск при 600–750°С.
			Лист толщиной 4–160 мм. Образцы поперечные.						

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–850				
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ.	В нормализованном состоянии при $\sigma_в$ = 460 Н/мм² K_v = 1,84 (твердый сплав), K_v = 1,7 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
17ГС	Сортовой и фасонный прокат, полоса, гнутые профили — ГОСТ 19281–89. Лист — ГОСТ 5520–79, ГОСТ 19281–89. ТУ 14–1–5241–93.

Массовая доля элементов, %										НД	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_1
0,14–0,20	0,4–0,6	1,0–1,4	≤ 0,040	≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,008 ≤ 0,012	≤ 0,30	ГОСТ 5520–79 ГОСТ 19281–89	745	870	680	790

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCU, после механического старения, Дж/см²	Изгиб
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5520–79	Термическая обработка			До 5	345	510	23	—	—	—	
				От 5 до 10	345	510	23	—	44[1]	29	
				От 10 до 20	335	490	23		34[1]	29	
				От 4 до 20							d=3,5a
ГОСТ 19281–89	Листовой и широкополосный прокат в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 5	345	490	23	—	64 39[1] 29[2]	29	d=2a
				От 5 до 10	345	490	23	—	64 39[1] 29[2]	29	d=2a
				От 10 до 20	325	450	23	—	29[1] 29[2] 40[3] 40[4]	29	d=2a
	Гнутые профили в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 10	345	490	23	—	—	—	d=2a
				От 10 до 20	325	450	23	—	—	—	

[1] KCU при минус 40°С.
[2] KCU при минус 70°С.
[3] KCV при 0°С.
[4] KCV при минус 20°С.
Требования к механическим свойствам и ударной вязкости (за исключением KCV) листового проката установлены для поперечных образцов.

Назначение. Днища, фланцы, корпуса аппаратов и другие сварные детали, работающие под давлением при температуре до 350°С в котлах и трубопроводах и при температурах от минус 40°С до 475°С в сосудах. Электросварные трубы трубопроводов пара и горячей воды с температурой 425°С (прямошовные) и 350°С (спиральношовные) и давлением до 2,5 Н/мм².

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В термически обработанном состоянии при $\sigma_в$ = 460 Н/мм² K_v = 1,84 (твердый сплав), K_v = 1,7 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
17Г1С	Лист — ГОСТ 5520–79, ГОСТ 19281–89, ТУ 14–1–5241–93. Полоса — ГОСТ 19281–89. Гнутые профили — ГОСТ 19281–89.

Массовая доля элементов, %										НД	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,15–0,20	0,40–0,60	1,15–1,60	≤ 0,040	≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,008	≤ 0,30	ГОСТ 5520–79	—	—	—	—
								≤ 0,012		ГОСТ 19281–89				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCU, после механического старения, Дж/см²	Изгиб
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5520–79	В термически обработанном состоянии			До 5	355	510	23	—	—	—	
				От 5 до 10	355	510	23	—	44[1]	29	
				От 10 до 20	345	510	23	—	39[2]	29	
				От 4 до 20							d=3,5a
ГОСТ 19281–89	Листовой и широкополосный прокат в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 10	355	490	21	—	—	29	d=2a
				Свыше 10 до 20	345	490	21	—	29[1] 29[2] 40[3] 40[4]	29	
	Гнутые профили в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 10	355	490	21	—	—	—	d=2a
				Свыше 10 до 20	345	490	21				

[1] KCU при минус 40°С.
[2] KCU при минус 70°С.
[3] KCV при 0°С.
[4] KCV при минус 20°С.
При толщине листа 5–60 мм и температуре 0°С KCV = 34 Дж/см².
Требования к механическим свойствам и ударной вязкости (за исключением KCV) листового проката установлены для поперечных образцов.

Назначение. Днища, фланцы, корпуса аппаратов и другие сварные детали, работающие под давлением при температуре до 350°С в котлах и трубопроводах и при температурах от минус 40°С до 475°С в сосудах. Электросварные трубы трубопроводов пара и горячей воды с температурой 425°С (прямошовные) и 350°С (спиральношовные) и под давлением до 2,5 Н/мм².

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
			73	—	52	48	37	—	Труба горячекатаная.
			78	—	71	64	53	—	Труба горячекатаная после закалки с отпуском

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В термически обработанном состоянии при $\sigma_в$ = 460 Н/мм² $K_т$ = 1,84 (твердый сплав), $K_т$ = 1,7 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
20ГС	**Поковки** — ГОСТ 8479–70, ОСТ 108.236.01–86. **Прокат** — ГОСТ 10884–94.

Массовая доля элементов, %										НД	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,16–0,22	0,60–0,80	1,00–1,30	≤ 0,020	≤ 0,030	≤ 0,30	≤ 0,30	—	—	≤ 0,30	ОСТ 108.236.01–86				
0,17–0,22	1,0–1,5	1,0–1,5	≤ 0,040	≤ 0,040						ГОСТ 10884–94				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Испытание на изгиб		НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее					Угол, град.	Диаметр оправки	
ГОСТ 8479–70	Нормализация	890–910	Воздух	До 100	245	470	22	48	49	—	—	143–179
	Отпуск	550–650	Воздух	101–300	245	470	19	42	39			
ГОСТ 10884–94	Электронагрев арматуры класса АТ–IV	400		10–40	590	780	11 $\delta_р \geq 3$			45	5d	
	Электронагрев арматуры класса АТ–V			10–14	785	980	8 $\delta_р \geq 2$					
				16–32	785	980	7 $\delta_р \geq 2$					
ОСТ 108.236.01–86	В термически обработанном состоянии			До 300	255	480	14	30	39	—	—	

Назначение. Крупные детали с большим объемом сварки: валы гидротурбин, цилиндры гидропрессов и др., прокат термически или термомеханически упрочненный периодического профиля для армирования железобетонных конструкций.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость сварного соединения после механического старения, KCU, Дж/см², при t, °С			Место вырезки образцов
			До старения	После старения		
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	+ 20	0	
			134–165	63–79	39–91	Основной металл
			100–120	33–67	48	Околошовная зона

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Свариется без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ.	В нормализованном состоянии при 143–179 НВ и $\sigma_в$ = 470 Н/мм² K_v = 1,54 (твердый сплав), K_v = 1,26 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
25ГС	Поковки — ГОСТ 8479–70.

Массовая доля элементов, %										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1
0,22–0,26	0,60–0,90	1,00–1,30	≤ 0,035	≤ 0,040	≤ 0,80	≤ 0,30	—	—	≤ 0,30				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 8479–70	Нормализация	900–930	Воздух	До 100	275	530	20	40	44		156–197
				100–300	275	530	17	38	34		156–197
	Отпуск	580–610	Воздух или с печью	300–500	245	470	17	35	34		143–179
				501–800	245	470	15	30	34		143–179

Назначение. Крупные детали, изготовляемые с применением ЭШС: цилиндры гидропрессов, валы гидротурбин и др.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–800	Обечайки днища цилиндров до 1500	Нормализация, одно переохлаждение, отпуск	До 350	На воздухе
Заготовка	1200–800	Поковки общего назначения до 700	Отжиг низкотемпературный		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 143–179 НВ и $\sigma_в$ = 470 Н/мм²: K_v = 1,15 (твердый сплав), K_v = 1,0 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
09Г2С	**Сортовой, фасонный и полосовой прокат** — ГОСТ 19281–89. **Лист** — ГОСТ 5520–79, ГОСТ 19281–89, ТУ 14–1–5034–91, ТУ 302.02.009–89. **Трубы** — ТУ 14–3–1128–82. **Гнутые профили** — ГОСТ 19281–89, ТУ 14–1–5035–91.

Массовая доля элементов, %										НД	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	N	As	Cu		Ac_2	Ac_3	Ar_1	Ar_3
≤ 0,12	0,50–0,80	1,30–1,70	≤ 0,040	≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,008	≤ 0,08	≤ 0,30	ГОСТ 5520–79	725	860	625	780
							≤ 0,012			ГОСТ 19281–89				
			≤ 0,030				—			ТУ 302.02.009–89				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCU, после механического старения, Дж/см²	Изгиб
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5520–79	В горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 5	345	490	21	—	—	—	
				От 5 до 10	345	490	21	—	64 39[1] 34[2]	29	
				От 10 до 20	325	470	21	—	59 34[1] 29[2]	29	
				Свыше 20 до 32	305	460	21	—	59 34[1] 29[2]	29	
				Свыше 32 до 60	285	450	21	—	59 34[1] 29[2]	29	
				Свыше 60 до 80	275	440	21	—	59 34[1] 29[2]	29	
				Свыше 80 до 160	265	430	21	—	59 34[1] 29[2]	29	
				От 4 до 160							d=2a
ГОСТ 19281–89	Листовой и широкополосный прокат в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 10	345	490	21	—	64 39[1] 29[2]	29	d=2a
				Свыше 10 до 20	325	470	21	—	59 34[1] 29[2]	29	d=2a
				Свыше 20 до 32	295	430	21	—	59 29[1] 24[2]	29	d=2a
				Свыше 32 до 160	265	430	21	—	59 34[1] 29[2]	29	d=2a

09Г2С	Механические свойства при комнатной температуре									
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCU, после механического старения, Дж/см²	Изгиб
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 19281–89	Сортовой и фасонный прокат в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 10	345	480	21	—	64 39[1] 34[2] 40[3] 40[4]	29	d=2a
				Свыше 10 до 20	325	450	21	—	59 34[1] 29[2] 34[3] 34[4]	29	d=2a
				Свыше 20 до 32	295	430	21	—	29[1]	29	d=2a
				От 32 до 160	265	430	21	—	59 29[1]	29	d=2a
	Гнутые профили в горячекатаном или термообработанном состоянии			До 10	345	490	21	—	—		d=2a
				От 10 до 20	325	470	21				
				Свыше 20 до 32	295	430	21				
				От 32 до 160	265	430	21				
	Прокат полосовой в горячекатаном или термообработанном состоянии			До 10	345	490	21	—	64 39[1] 34[2] 40[3] 40[4]	29	d=2a
				Свыше 10 до 20	325	450	21	—	59 34[1] 29[2] 34[3] 34[4]	29	d=2a
				Свыше 20 до 32	295	430	21	—	29[1]	29	d=2a
				Свыше 32 до 160	265	430	21	—	59 29[1]	29	d=2a
ТУ 302.02.009–89	Термообработка с прокатного нагрева			10–40	340	510	21	—	60 35[1] 30[2]		d=2a
ТУ 14–3–1128–82	Нормализация			ø 57–325 s 4–10	265	470	22	—	34[1] 34[3]		
				s более 10					29[2] 29[3]		

09Г2С	Механические свойства при комнатной температуре										
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм^2	$\sigma_в$, Н/мм^2	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см^2	KCU, после механического старения, Дж/см^2	Изгиб
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 14-1-5035-91	В горячекатаном состоянии			До 10	345	480	21 $\delta_р \geq 12$	$\psi_р \geq 55$	64 39[1] 29[2] 40[3] 40[4] 60[5] Тк ≤ 10°С	29	d=2a
				Свыше 10 до 20	325	450	21 $\delta_р \geq 12$	$\psi_р \geq 55$	59 29[1] 29[2] 34[3] 34[4] 60[6] Тк ≤ 10°С	29	
				Свыше 20 до 32	295	430	21 $\delta_р \geq 12$	$\psi_р \geq 55$	29[1] 60[6] Тк ≤ 10°С	29	

[1] KCU при минус 40°С.
[2] KCU при минус 70°С.
[3] KCV при 0°С.
[4] KCV при минус 20°С.
[5] KCV при 30°С.
[6] KCV при 20°С.

Требования к механическим свойствам и ударной вязкости (за исключением KCV) листового проката установлены для поперечных образцов.

Назначение. Детали аппаратов и сосудов, работающие при температуре от – 70°С до + 475°С под давлением. В трубопроводах пара и горячей воды – детали, изготовленные из листа – до температуры 450°С, трубы – до температуры 425°С, в котлах – листовые детали, работающие при температуре до 450°С, во всех случаях без ограничения давления. Крепежные детали в котлах и трубопроводах используются до температуры 425°С и давлении до 10 Н/мм^2.

Предел выносливости, Н/мм^2		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см^2, при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
235	—	При $\sigma_в$ = 475 Н/мм^2.							

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка	1250–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ.	В нормализованном и отпущенном состоянии при $\sigma_в$ = 450 Н/мм^2 K_v = 1,6 (твердый сплав), K_v = 1,0 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
10Г2С1	Сортовой и фасонный прокат, гнутые профили, полоса — ГОСТ 19281–89. Лист — ГОСТ 5520–79, ГОСТ 19281–89, ТУ 14–1–5241–93.

Массовая доля элементов, %										НД	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	N	As	Cu		Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1
≤ 0,12	0,80–1,10	1,30–1,65	≤ 0,040	≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,008 ≤ 0,012	≤ 0,08	≤ 0,30	ГОСТ 5520–79 ГОСТ 19281–89	—	—	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCU, после механического старения, Дж/см²	Изгиб
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5520–79	В горячекатаном состоянии			До 5	355	490	21	—	—	—	
				От 5 до 20	345	490	21	—	64 39[1] 29[2]	29	
	В термически обработанном состоянии			От 10 до 20	335	480	21	—	59 29[1] 24[2]	29	
				Свыше 20 до 32	325	470	21	—	59 29[1] 24[2]	29	
				Свыше 32 до 60	325	450	21	—	59 29[1] 24[2]	29	
				Свыше 60 до 80	295	430	21	—	59 29[1] 24[2]	29	
				Свыше 80 до 100	295	430	21	—	59 29[1] 24[2]	29	
				От 4 до 160							d=2a
ГОСТ 19281–89	Листовой и широкополосный прокат в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 5	355	490	21	—	—	29	
				От 5 до 10	345	490	21	—	64 39[3] 29[4]	29	d=2a
				От 10 до 20	325	450	21	—	59 34[3] 29[4]	29	d=2a
				От 20 до 60	315	450	21	—	59 29[1] 24[2]	29	d=2a
				Свыше 60 до 100	295	430	21	—	59 29[3] 24[4]	29	d=2a
	Гнутые профили в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 5	355	490	21	—	—	—	—
				От 5 до 10	345	490	21	—			
				От 10 до 20	325	450	21	—	—	—	d=2a
				От 20 до 60	315	450	21	—	—	—	d=2a
				Свыше 60 до 100	295	430	21	—	—	—	d=2a

10Г2С1 | **Механические свойства при комнатной температуре**

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCU, после механического старения, Дж/см²	Изгиб
					не менее						
ГОСТ 19281–89	Сортовой и фасонный прокат в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 10	345	480	21	—	64 39[1] 29[2] 40[3] 40[4]	29	d=2a
				Свыше 10 до 20	325	450	21	—	59 29[1] 29[2] 34[3] 34[4]	29	d=2a
				Свыше 20 до 60	325	450	21	—	59 29[1]	29	d=2a
				Свыше 60 до 100	295	430	21	—	59 29[1]	29	d=2a
	Полосовой прокат в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 5	355	490	21	—	—	—	d=2a
				До 10	345	490	21	—	64 39[1] 29[2] 40[3] 40[4]	29	d=2a
				От 10 до 20	325	450	21	—	59 29[1] 29[2] 34[3] 34[4]	29	d=2a
				От 20 до 60	315	450	21	—	59 29[1]	29	d=2a
				От 60 до 100	295	430	21	—	59 29[1]	29	d=2a

[1] KCU при минус 40°С.
[2] KCU при минус 70°С.
[3] KCV при 0°С.
[4] KCV при минус 20°С.
Требования к механическим свойствам и ударной вязкости (за исключением KCV) листового проката установлены для поперечных образцов.

Назначение. Детали элементов сварных конструкций, работающие при температуре до минус 70°С, а также детали из листа, работающие под давлением в котлах и трубопроводах пара и горячей воды до температуры 450°С, в сосудах – при температурах от минус 70°С до 475°С.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 70	
230	—	При $\sigma_в$ = 580 Н/мм².	60	—	29–39	—	30	25	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–850				
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Свариается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ.	В нормализованном и отпущенном состоянии при $\sigma_в$ = 450 Н/мм² K_v = 1,6 (твердый сплав), K_v = 1,0 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
18Г2С	Сортовой прокат — ГОСТ 5781–82.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5781–82										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	As	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,14–0,23	0,60–0,90	1,20–1,60	≤ 0,045	≤ 0,040	≤ 0,30	≤ 0,30	—	—	≤ 0,30				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5781–82	В состоянии поставки			40–80	295	490	19	—	—	c=3d	
				Свыше 20						c=4d	

Назначение. Арматурная сталь класса A-II (A300) предназначена для армирования обычных и предварительно напряженных железобетонных конструкций. Серьги, звенья, пальцы, траверсы, детали сцепок вагонеток и другие детали работающие от –40 до +450 °С.

Предел выносливости, Н/мм²		Сечение, мм	Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}			+20	0	–20	–30	–40	–50	
300	180	6–9	В горячекатаном состоянии							
250	150	40–90								

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ.	В состоянии поставки при $\sigma_в$ = 490 Н/мм² K_v = 1,55 (твердый сплав), K_v = 1,2 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
18ГФпс	Лист.

Массовая доля элементов, %, по НД завода-изготовителя											Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	V	W	Ti	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,14–0,22	≤ 0,10	0,80–1,20	≤ 0,040	≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,30	0,05–0,10	—	—				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU_{+20}, Дж/см²	Изгиб	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
НД завода-изготовителя	В горячекатаном состоянии			4–10	320	460	21	—	39	d=2a	
				11–20	310	450	21	—	29		
	Закалка Отпуск	—	—	10–32	400	540	18	—	29 29[1] 29[2]	d=2a	

[1] KCU при минус 70°С.

[2] KCU после механического старения.

Назначение. Листовой прокат толщиной до 30 мм – для несущих элементов сварных конструкций, работающих при переменных нагрузках при температуре от – 40 до + 450°С, в улучшенном состоянии – от – 60 до + 450°С (не под давлением), толщиной свыше 30 мм – для несущих элементов сварных конструкций, работающих при переменных нагрузках при температуре от – 20 до + 450°С (не под давлением).

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
			77–198	56–132	49–116	41–75	41–45	—	Лист толщиной 12 мм
			84–178	69–115	46–117	36–71	35–90	28–39	Лист толщиной 20 мм
			86–167	59–118	35–86	21–69	27–65	7–33	Лист толщиной 30 мм

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Для толщин свыше 36 мм рекомендуется подогрев и обязательна последующая термообработка.	В горячекатаном состоянии при 128–174 НВ и $\sigma_в$ = 460 Н/мм² K_v = 1,2 (твердый сплав), K_v = 1,1 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
10ХСНД	**Сортовой, фасонный и полосовой прокат** — ГОСТ 19281–89, ГОСТ 6713–91. **Гнутые профили** — ГОСТ 19281–89. **Лист** — ГОСТ 19281–89, ГОСТ 6713–91, ТУ 302.02.130–91.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 19281–89										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	Cu	N	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_1
≤ 0,12	0,80–1,10	0,50–0,80	≤ 0,040	≤ 0,035	0,60–0,90	0,50–0,80	≤ 0,08	0,40–0,60	≤ 0,012				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCU, после механического старения, Дж/см²	Изгиб
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 6713–91	В горячекатаном или нормализованном состоянии			8–15	390	530–685	19	—	39[1] 29[2] 29[3]	29	d=2a
				16–32	390	530–670	19	—	29[2] 29[3]	29	d=1,5a
				33–40	390	510–670	19	—	29[2] 29[3]	29	d=1,5a
ГОСТ 19281–89	Листовой и широкополосный прокат в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 10	390	510	19	—	44[3] 34[3]	29	d=2a
				Свыше 10 до 15	390	510	19	—	39[3] 29[3] 40[3]		
				От 15 до 40	390	510	19	—	49[3] 29[3] 40[3]		
	Гнутые профили в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 40	390	510	19		—	—	d=2a
	Сортовой, фасонный прокат в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 10	390	530	18	—	39[1] 34[2]	29	d=2a
				Свыше 10 до 15	390	530	18	—	34[1] 29[2]		
	Полосовой прокат в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 10	390	510	19	—	39[1] 34[2]		d=2a
				Свыше 10 до 15	390	510	19	—	34[1] 29[2]		

10ХСНД — **Механические свойства при комнатной температуре**

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCU, после механического старения, Дж/см²	Изгиб
					не менее						
ТУ 302.02. 130–91	В состоянии поставки			20–32	345	490	21	—	59 29[1] 29[2]	29	—
				33–40	315	450	21	—	59 29[3] 24[2]	24	—
				41–60	295	430	21	—	59 29[1] 24[2]	24	—
				61–160	265	430	21	—	59 29[1] 24[2]	24	—

[1] KCU при минус 40°С.
[2] KCU при минус 70°С.
[3] KCU при минус 60°С.
[4] KCV при 0°С.
[5] KCV при минус 20°С.
Требования к механическим свойствам и ударной вязкости (за исключением KCV) листового проката установлены для поперечных образцов.

Назначение. Элементы сварных металлоконструкций и различные детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности и коррозионной стойкости с ограничением массы и работающие при температуре от –70 до +450°С; детали, работающие под давлением в сосудах при температуре от минус 40 до 400°С.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	Толщина листа, мм		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
285	165	4–32	В горячекатаном состоянии.	139–280	136–280	107–180	87–130	70–99	—	Горячекатаное состояние, лист.
275	165	33–40								

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1200–850				
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ.	В нормализованном и отпущенном состоянии при $\sigma_в$ = 560 Н/мм² K_v = 1,4 (твердый сплав), K_v = 1,12 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
14ХГС	Лист — ГОСТ 5520–79, ГОСТ 19281–89. Полоса, гнутые профили — ГОСТ 19281–89.

Массовая доля элементов, %

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	N	Cu	НД	Температура критических точек, °С			
											Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1
0,11–0,16	0,40–0,70	0,90–1,30	≤ 0,040	≤ 0,035	0,50–0,80	≤ 0,30	≤ 0,08	≤ 0,008	≤ 0,30	ГОСТ 5520–79				
								≤ 0,012		ГОСТ 19281–89				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см³	KCU, после механического старения, Дж/см²	Изгиб
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5520–79	В горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 5	345	490	22	—	—	—	
				От 5 до 10	345	490	22	—	39[1]	29	
				Свыше 10	345	490	22	—	34[1]	29	
				От 4 до 10							d=2a
ГОСТ 19281–89	Листовой и широкополосный прокат в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 10	345	490	21	—	64 39[1] 29[2]	29	d=2a
	Гнутые профили в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 10	345	490	21	—	—	—	d=2a

[1] KCU при минус 40°С.
[2] KCU при минус 70°С.
Требования к механическим свойствам и ударной вязкости (за исключением KCV) листового проката установлены для поперечных образцов.

Назначение. Лист толщиной до 10 мм для деталей котлов и трубопроводов пара и горячей воды, работающие под давлением при температуре до 350°С; кованые детали сосудов, предназначенные для эксплуатации при температурах от минус 50°С до 380°С.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	листов
			73–96	—	61–85	8–26	—	—	Горячекатаные.
			120–125	—	76–87	62–85	—	—	Отожженные.
			113–118	—	84–93	71–84	—	—	Закалка с отпуском.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1250–850				
Заготовка	1250–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД под флюсом и газовой защитой, ЭШ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка. КТ – без ограничений.	В горячекатаном состоянии при $\sigma_в$ = 490 Н/мм² K_v = 1,42 (твердый сплав), K_v = 1,12 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
15ХСНД	**Сортовой и фасонный прокат, полоса** — ГОСТ 19281–89, ГОСТ 6713–91. **Гнутые профили** — ГОСТ 19281–89. **Лист** — ГОСТ 19281–89, ГОСТ 6713–91, ТУ 302.02.130–91, ТУ 14-1-5241–93.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 19281–89										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	As	Cu	N	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,12–0,18	0,40–0,70	0,40–0,70	≤ 0,040	≤ 0,035	0,6–0,9	0,30–0,60	≤ 0,08	0,20–0,40	≤ 0,012	710–750	870–900	620–680	780–825

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	Режим термообработки: t, °С	Режим термообработки: Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	δ, % (не менее)	ψ, % (не менее)	KCU, Дж/см² (не менее)	KCU, после механического старения, Дж/см² (не менее)	Изгиб
ГОСТ 6713–91	В горячекатаном или нормализованном состоянии			8–32	345	490–685	21		29[1] 29[5]	29	d=2a
				33–50	335	470–670	19		29[5]	29	
ГОСТ 19281–89	Листовой и широкополосный прокат в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 10	345	490	21	—	64 39[3] 29[2]	29	d=2a
				Свыше 10 до 32					29[1] 29[2] 40[3] 40[4]		
	Гнутые профили в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 32	345	490	21		—	—	d=2a
	Сортовой и фасонный прокат в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 10	345	480	21		64 39[1] 29[2] 40[1] 40[4]	29	d=2a
				Свыше 10 до 32	325	450	21		59 29[1]	29	d=2a
	Полосовой прокат в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 10	345	490	21		64 39[1] 29[3] 40[3] 40[4]	29	d=2a
				Свыше 10 до 32	325	450	21		59 29[1]	29	d=2a

15ХСНД	Механические свойства при комнатной температуре									
НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCU, после механического старения, Дж/см²	Изгиб
					не менее						
ТУ 302.02.130–91	В состоянии поставки			20–32	345	490	21		59 29[1] 29[2]	29	—
				33–40	315	450	21		59 29[1] 24[2]	24	—
				41–60	295	430	21		59 29[3] 24[4]	24	—
				61–160	265	430	21		59 29[3] 24[4]	24	—

[1] KCU при минус 40°С.
[2] KCU при минус 70°С.
[3] KCV при 0°С.
[4] KCV при минус 20°С.
[5] KCU при минус 60°С.

Требования к механическим свойствам и ударной вязкости (за исключением KCV) листового проката установлены для поперечных образцов.

Назначение. Элементы сварных металлоконструкций и различные детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности и коррозионной стойкости с ограничением массы и работающие при температуре от –70°С до +450°С. Штампованные детали сосудов, работающие при температуре от минус 40°С до 400°С.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Примечание
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 50	– 60	
274–299	—	При $\sigma_в$ = 490–560 Н/мм².	153	136	114	93	88	68	Образцы продольные.
310/90	160/—	В состоянии поставки.	81	74	45	41	47	31	Образцы поперечные.
Числитель – образцы без надреза; знаменатель – образцы с надрезом.									

Коррозионная стойкость

Среда	Морская вода	Грунт	Воздух
Скорость коррозии, мм/год	0,0435–0,0573	До 0,0179	До 0,0608

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–850				
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Свариается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ.	В горячекатаном состоянии при $\sigma_в$ = 500 Н/мм² $K_т$ = 1,48 (твердый сплав), $K_т$ = 1,3 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
15Г2БМ	Лист.

Массовая доля элементов, %, по НД завода-изготовителя							Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Mo	Nb	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,12–0,16	0,20–0,40	1,30–1,70	≤ 0,035	≤ 0,035	0,30–0,60	0,03–0,06				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
НД завода-изготовителя	Горячекатаное состояние			До 50	510	740	14	39	40		241
	Нормализованное состояние				510	760	15	—	45		229–248
	Улучшенное состояние				860	910	12	—	45		—

Назначение. Листовой прокат толщиной до 50 мм в горячекатаном состоянии для несущих элементов сварных конструкций, работающих при переменных нагрузках в температурном интервале – 40 до + 500°С. В нормализованном и улучшенном состоянии для тех же элементов сварных конструкций, работающих в температурном интервале – 60 до + 500°С (не под давлением).

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ.	В горячекатаном состоянии при 241 НВ и $\sigma_в$ = 740 Н/мм² K_v = 1,1 (твердый сплав)	Склонность к отпускной хрупкости

Марка стали	Вид поставки
18Г2АФпс	Лист, полоса, гнутые профили — ГОСТ 19281–89.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 19281–89											Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	V	N	Cu	As	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,14–0,22	≤ 0,17	1,30–1,70	≤ 0,040	≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,30	0,08–0,15	0,015–0,030	≤ 0,30	≤ 0,08	720	880	620	780

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см³	KCU, после механического старения, Дж/см²	Изгиб
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 19281–89	Листовой и широкополосный прокат в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 10	440	590	19	—	44[1] 34[2]	29	d=2a
				11–32					39[1] 29[2]		
	Гнутые профили в горячекатаном или термически обработанном состоянии			До 32					—	—	

[1] KCU при минус 40°С.

[2] KCU при минус 70°С.

Требования к механическим свойствам и ударной вязкости (за исключением KCV) листового проката установлены для поперечных образцов.

Назначение. Листовой прокат для несущих элементов сварных конструкций, работающих в условиях переменных нагрузок при температуре до минус 60°С.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Коррозионная стойкость

Среда	Скорость коррозии, мм/год
42% - ый раствор NaOH	0,012–0,017
25% - ая аммиачная вода	0,212–0,248

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ.	В термически обработанном состоянии при $\sigma_в$ = 590 Н/мм² K_v = 1,1 (твердый сплав), K_v = 0,74 (быстрорежущая сталь)	**Склонность к отпускной хрупкости**

Марка стали	Вид поставки
16ГНМА	Лист — ОСТ 108.030.118–78. Поковка — ОСТ 108.030.113–87.

Массовая доля элементов, %, по ОСТ 108.030.118–78

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	As	N	Cu
0,13–0,18	0,17–0,37	0,80–1,10	≤ 0,020	≤ 0,020	≤ 0,30	1,00–1,30	0,40–0,55	≤ 0,08	≤ 0,008	≤ 0,20

Температуры критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
730	870	560	680

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{t,s}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCU, после механического старения, Дж/см²	Изгиб
					не менее						
ОСТ 108.030.118–78	Нормализация	920–940	Воздух	115	323–510	500	20	50	78	39	d=2a
	Отпуск	930–670	С печью						39[1]		
ОСТ 108.030.113–87	В термически обработанном состоянии			До 100	325	470–635	21	50	59	146–201	
				Свыше 100 до 200		470–635	19	48	54		
				Свыше 200 до 400		470–635	17	43	49		

[1] KCU при минус 40°С.

Назначение. Барабаны котлов высоких параметров пара.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+20	0	−20	−30	−40	−50	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1220–800				
Заготовка	1220–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 217 НВ и $\sigma_в$ = 520 Н/мм² K_v = 1,45 (твердый сплав), K_v = 1,0 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
14Х2ГМР, 14ХМНДФР	Лист.

Массовая доля элементов, %, по НД завода-изготовителя

C	Si	Mn	S	P	Cr	Марка стали
0,10–0,16	0,17–0,37	0,90–1,20	≤ 0,035	≤ 0,035	1,30–1,70	14Х2ГМР
		0,60–0,90			0,40–0,80	14ХМНДФР

Ni	Mo	V	B	As	Cu	Марка стали
≤ 0,30	0,40–0,50	≤ 0,03	По расчету 0,002–0,006	≤ 0,08	≤ 0,30	14Х2ГМР
0,70–1,00	0,45–0,55	0,03–0,10			0,15–0,40	14ХМНДФР

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
750	875	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU_{-40}, Дж/см²	Изгиб	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
НД завода-изготовителя	Закалка Отпуск			До 10	600–800	700	14	—	39	d=3a	

Назначение. Сварные металлоконструкции в машиностроении.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
			49–170	—	—	40–165	—	—	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ. Рекомендуется подогрев при сварке жестких конструкций.	В состоянии поставки при $\sigma_в$ = 700 Н/мм² K_v = 0,95 (твердый сплав). K_v = 0,35 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

СТАЛИ ЛЕГИРОВАННЫЕ

Марка стали	Вид поставки
15Х	Поковки — ГОСТ 8479–70. Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71, ГОСТ 10702–78.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	W	Ti	Cu
0,12–0,18	0,17–0,37	0,40–0,70	≤ 0,035	≤ 0,035	0,70–1,00	≤ 0,30	—	≤ 0,008	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
766	838	702	799

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	δ, % (не менее)	ψ, % (не менее)	KCU, Дж/см² (не менее)	HRC	HB
ГОСТ 4543–71	Отжиг	850–870	С печью	Свыше 5 до 250	Не определяются						≤ 179
	Закалка I	865–895	Вода или масло	До 80	490	690	12	45	69	—	
	Закалка II	770–820		81–150	490	690	10	40	62	—	
	Отпуск	180	Воздух или масло	151–250	490	690	9	35	59	—	—
ГОСТ 8479–70	Нормализация		Воздух	До 100	195	390	26	55	59	—	111–156
				100–300	195	390	23	50	54		
ГОСТ 10702–78	Горячекатаный				—	—	—	—	—	—	≤ 156
	Отпущенный или отожженный				—	550	—	60	—	—	≤ 179
ДЦ	Нормализация	870–800	Воздух		Не определяются					—	≤ 270
	Цементация	900–920	Воздух		Не определяются					Поверхности 56–62	Сердцевины ≤ 250
	Закалка	760–800	Масло								
	Отпуск	170–190	Воздух или масло								

Назначение. Втулки, пальцы, шестерни, валики, толкатели и другие детали, к которым предъявляется требование высокой поверхностной твердости при невысокой прочности сердцевины.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+20	0	–20	–40	–60	–80	
			98	—	—	61	—	—	Закалка 850°С, масло, отпуск 200°С, 1 ч.

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Из слитков: Условия охлаждения	Из заготовок: Размер сечения, мм	Из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1260–800	До 200	В ящике или отжиг низкотемпературный	До 200	На воздухе
Заготовка	1260–750	201–700	Отжиг низкотемпературный	201–700	Отжиг низкотемпературный

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений (кроме химико-термически обработанных деталей). Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ.	В горячекатаном состоянии при ≤ 179 НВ и $\sigma_в$ = 730 Н/мм² $K_т$ = 1,12 (твердый сплав), $K_т$ = 0,9 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
20Х	Поковки — ГОСТ 8479–70. Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	Cu
0,17–0,23	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,035	≤ 0,035	0,70–1,00	≤ 0,30	—	≤ 0,008	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1
750	825	665	755

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	δ, % (не менее)	ψ, % (не менее)	KCU, Дж/см² (не менее)	HRC	HB
ГОСТ 4543–71	Отжиг	850–870	С печью		Не определяются						≤ 179
	Закалка I	865–895		До 80	635	780	11	40	59		
	Закалка II	770–820	Вода или масло	81–150	635	780	9	35	53		
	Отпуск	150–210	Воздух или масло	151–250	635	780	8	30	50		
ГОСТ 8479–70	Нормализация		Воздух	До 100	245	470	22	48	49		143–179
				100–300	215	430	20	48	49		123–167
				300–500	195	390	20	45	49		111–156
	Закалка			До 100	275	530	20	40	44		156–197
	Отпуск			100–300	345	590	17	40	54		174–217
ДЦ	Цементация[1]	920–950	Воздух	15	784	981	8	40	40	Поверхности 54–62	Сердцевины ≤ 250
	Закалка	780–820	Масло	30	617	833	10	40	60		
	Отпуск	180–200	Воздух	60	392	637	13	40	50		
	Нормализация	880–900	Воздух	70	353	588	18	45	60		174–215
	Цианирование	820–860			Не определяются					≥ 56	—
	Закалка	820–860	Масло								
	Отпуск	180–200	Воздух								
	Цементация[1]	920–950	Воздух		Не определяются					Поверхности 54–62	Сердцевины ≤ 250
	Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ	—	Эмульсия								
	Отпуск	180–200	Воздух								

[1] Механические свойства сердцевины ориентировочные и при изготовлении деталей не определяются.

Назначение. Втулки, шестерни, обоймы, поршневые пальцы, толкатели оси, направляющие планки, шпильки, чёрники, оправки, копиры, гильзы, диски, тарелки регуляторов, плунжеры, кулачковые муфты, рычаги, стяжные кольца, штоки впускных клапанов и другие детали, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости при невысокой прочности сердцевины.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С					Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	
235	—	Нормализация. $\sigma_в$ = 450–590 Н/мм².	226–241	241	175–232	172–212	152–165	Нормализация.
295	—	Закалка и высокий отпуск. $\sigma_в$ = 690 Н/мм².						
412	—	Цементация, закалка, низкий отпуск. $\sigma_в$ = 930 Н/мм².						

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1260–800	До 200	В ящике или отжиг низкотемпературный	До 200	На воздухе
Заготовка	1260–750	201–700	Отжиг низкотемпературный	201–700	Отжиг низкотемпературный

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений (кроме химико-термически обработанных деталей). Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ.	В нормализованном состоянии при $\sigma_в$ = 470 Н/мм² K_v = 1,7 (твердый сплав), K_v = 1,3 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
30Х	**Поковки** — ГОСТ 8479–70. **Сортовой прокат** — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	Cu
0,24–0,32	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,035	≤ 0,035	0,80–1,10	≤ 0,30	—	≤ 0,008	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
740	815	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	850	С печью	Свыше 5 до 250	Не определяются						≤ 187
	Закалка Отпуск	845–875 450–550	Масло Вода или масло	До 80	685	880	12	45	69		
				Свыше 80 до 150	685	880	10	40	62		
				Свыше 150 до 250	685	880	9	35	59		
ГОСТ 8479–70	Закалка Отпуск			До 100	395	615	17	45	59		187–229

Назначение. Оси, валы, шестерни, кольцевые рельсы, крепеж и др.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 70	
331	240	$\sigma_{в2}$ = 450 Н/мм², $\sigma_в$ = 690 Н/мм².	42	—	34	34	—	33	Закалка 860°С, масло, отпуск 200°С, масло. Нормализация 850°С, воздух. Закалка 850°С, воздух, отпуск 500°С, масло.
			150	—	118	100	—	72	
			97	—	77	64	—	48	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1250–800		Замедленные		Замедленные
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ.	В состоянии закалки и отпуска при 187 НВ и $\sigma_в$ = 620 Н/мм² K_v = 1,0 (твердый сплав), K_v = 0,85 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
35Х	Поковки — ГОСТ 8479–70. Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,31–0,39	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,035	≤ 0,035	0,80–1,10	≤ 0,30	—	≤ 0,008	≤ 0,30	743	782	693	730

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	850	С печью	Свыше 5 до 250	Не определяются						≤ 197
	Закалка	845–875	Масло	До 80	735	910	11	45	69		
	Отпуск	450–550	Вода или масло	81–150	735	910	9	40	62		
				151–250	735	910	8	35	59		
ГОСТ 8479–70	Закалка	850–870	Вода или масло	До 100	490	655	16	45	59		212–248
	Отпуск	560–640	Вода, воздух или печь	101–300	395	615	15	40	54		187–229
ДП	Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ и низкий отпуск		Вода, водный раствор глицерина или масло							Поверхности 38–56	
	Поверхностная закалка с нагревом газовым пламенем		Воздух, затем вода							Поверхности ≥ 40	

Назначение. Оси, валы, шестерни, кольцевые рельсы и другие.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 25	– 40	– 60	– 70	
362	240	При $\sigma_в$ = 690 Н/мм².	101	—	69	—	—	48	Закалка 860°С, масло, отпуск 580°С.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1250–800	Поковки всех размеров ответственного назначения	Отжиг с перекристаллизацией, два переохлаждения, отпуск	До 350	На воздухе
Заготовка	1250–800	остальные	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, ЭШ и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В состоянии закалки и отпуска при 163 НВ, $\sigma_в$ = 620 Н/мм² K_v = 1,0 (твердый сплав), K_v = 0,95 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
38ХА	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,35–0,42	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,025	≤ 0,025	0,80–1,10	≤ 0,30	—	≤ 0,008	≤ 0,30	743	782	693	730

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	825–845	С печью	Свыше 5 до 250	Не определяются						≤ 207
	Закалка	845–875	Масло	До 80	785	930	12	50	88		
	Отпуск	500–600	Вода или масло	Свыше 80 до 150	785	930	10	45	80		—
				Свыше 150 до 250	785	930	9	40	75		

Назначение. Шпиндели, валы, червячные валы, оси, шестерни, крепежные детали, баллоны большой емкости, работающие под давлением, диски турбин и др.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	
333	—	Закалка, отпуск. $\sigma_в$ = 690 Н/мм².
372	—	$\sigma_в$ = 870 Н/мм².
392	—	$\sigma_в$ = 980 Н/мм², $\sigma_{0,2}$ = 830 Н/мм², 241 НВ.

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток Заготовка	1220–800 1240–780	Поковки всех размеров:			
		ответственного назначения	Отжиг с перекристаллизацией, два переохлаждения, отпуск		
		остальные	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Необходим подогрев и последующая термообработка.	В закаленном и отпущенном состоянии при $\sigma_в$ = 930 Н/мм² K_v = 0,8 (твердый сплав), K_v = 0,7 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
40Х	**Сортовой прокат** — ГОСТ 4543–71. **Поковки** — ГОСТ 8479–70. **Трубы** — ГОСТ 8733–74.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	N
0,36–0,44	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,035	≤ 0,035	0,80–1,10	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,008

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
743	815	693	730

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	820–840	С печью	Свыше 5 до 250	Не определяются					—	≤ 217
	Закалка Отпуск	845–875 450–550	Масло Вода или масло	До 80	785	980	10	45	59	—	—
				Свыше 80 до 150	785	980	8	40	54		
				Свыше 150 до 250	785	980	7	35	51		
ГОСТ 8479–70	Закалка	840–860	Вода или масло	До 100	490	655	16	45	59		212–248
				100–300	490	655	13	40	54		218–248
	Отпуск	550–650	Вода, масло, воздух или печь	300–500	395	615	13	35	49		187–229
				500–800	315	570	11	30	29		167–207
	Нормализация	850–870	Воздух	До 100	345	590	18	45	59		174–217
				100–300	315	570	14	35	34		167–207
	Отпуск	560–650	Воздух	300–500	275	530	15	32	29		156–197
				500–800	245	470	15	30	34		143–179
ГОСТ 8733–74	В термически обработанном состоянии			ø 5–250 s 5–24	—	618	14	—	—		≤ 217

Назначение. Оси, вал-шестерни, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели, оправки, рейки, кулачки, зубчатые венцы, болты, полуоси, пиноли, втулки и другие детали повышенной прочности. Валы, диски и роторы паровых турбин, трубы.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 25	– 40	– 70	– 80	
380 230[1]	—	Закалка с 860°С в масле, отпуск при 550°С.	163	—	151	109	87	—	Закалка с 860°С в масле, отпуск при 550°С.
			93	—	84	—	55	—	То же, отпуск при 580°С.

[1] Образец с надрезом.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1250–800			До 350	На воздухе
Заготовка	1250–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В горячекатаном состоянии при 163–168 НВ, $\sigma_в$ = 620 Н/мм² K_v = 1,20 (твердый сплав), K_v = 0,95 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
45Х	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71. Фасонный прокат — ТУ 14–1–1271–75. Поковки — ГОСТ 8479–70.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	Cu
0,41–0,49	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,035	≤ 0,035	0,80–1,10	≤ 0,30	—	≤ 0,008	≤ 0,30

Температуры критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
735	770	660	690

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	780–840	С печью	Свыше 5 до 250	Не определяются						≤ 229
	Закалка	840	Масло	До 80	835	1030	9	45	49		
	Отпуск	520	Вода или масло	Свыше 80 до 150	835	1030	7	40	44		—
				Свыше 150 до 250	835	1030	6	35	42		
ГОСТ 8479–70	Закалка	840–860	Масло	До 100	640	785	13	42	59		249–293
				100–300	540	685	13	40	49		223–262
	Отпуск	580–620	Воздух	301–500	440	635	13	35	49		197–235
				500–800	345	590	12	33	39		174–217
	Нормализация	850–870	Воздух	До 100	345	590	18	45	59		174–217
				100–300	345	590	17	40	54		174–217
	Отпуск	580–620	Воздух или с печью	300–500	345	590	14	38	49		174–217
				500–800	315	570	11	30	29		167–267
ДЦ	Закалка с нагревом ТВЧ, отпуск при 180–200°С									Поверхности 42–58	
	Закалка с нагревом газовым пламенем									Поверхности ≥ 40	

Назначение. Валы, шестерни, оси, болты, шатуны и другие детали, к которым предъявляются требования повышенной твердости, износостойкости, прочности и работающие при незначительных ударных нагрузках.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
600	—	Закалка с 810°С в масле, отпуск при 575°С.	56	—	—	52	—	40	

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1220–800	Поковки всех размеров: ответственного назначения	Отжиг с перекристаллизацией, два переохлаждения, отпуск.	До 100	На воздухе
Заготовка	1250–780	шайки горячей прокатки	Нормализация, два переохлаждения, отпуск.	101–300	В мульде
		остальные	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В горячекатаном состоянии при 163–168 НВ и $\sigma_в$ = 620 Н/мм² K_v = 1,2 (твердый сплав), K_v = 0,95 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Склонна

Марка стали	Вид поставки
50Х	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71. Поковки — ГОСТ 8479–70.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	Cu
0,46–0,54	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,035	≤ 0,035	0,80–1,10	≤ 0,30	—	≤ 0,008	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
720	770	650	693

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	820	С печью	Свыше 5 до 250	Не определяются						≤ 229
	Закалка	815–840	Масло	До 80	885	1080	9	40	39		
				Свыше 80 до 150	885	1080	7	35	35		—
	Отпуск	470–570	Вода или масло	Свыше 150 до 250	885	1080	6	30	29		
ГОСТ 8479–70	Закалка	820–840	Масло	До 100	640	785	13	42	59		248–293
	Отпуск	540–580	Воздух	101–300	590	735	13	40	49		235–277
	Нормализация	830–850	Воздух	До 100	345	590	18	45	59		174–217
	Отпуск	580–630	Воздух	100–300	345	590	17	40	54		174–217
ДЦ	Закалка Отпуск	830–850 180–230	Масло Воздух	До 40	1300	1500	6	22	30	35–45	
	Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ и отпуск при 160–180°С				Не определяются					≥ 56	

Назначение. Валы, шпиндели, пиноли, рейки, оправки, установочные винты, крупные зубчатые колеса, пальцы, редукторные валы, упорные кольца, валки горячей прокатки и другие детали средних размеров, к которым предъявляются требования повышенной твердости, износостойкости, прочности и работающие при незначительных ударных нагрузках.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
710	—	Закалка с 830°С в масле, отпуск при 180–200°С, $\sigma_в$ = 1580 Н/мм².							

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1220–800	Поковки всех размеров ответственного назначения	Отжиг с перекристаллизацией, два переохлаждения, отпуск	До 100	На воздухе
Заготовка	1250–780	валки горячей прокатки	Нормализация, два переохлаждения, отпуск.,	101–300	В мульде
		остальные	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В состоянии нормализации и отпуска при 207 НВ и $\sigma_в$ = 650 Н/мм² $K_т$ = 0,85 (твердый сплав), $K_т$ = 0,80 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
15Г	**Сортовой прокат** — ГОСТ 4543–71, ТУ 14–1–4518–88. **Фасонный прокат** — ТУ 14–1–1271–75.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,12–0,19	0,17–0,37	0,70–1,00	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,30	—	≤ 0,008	≤ 0,30	735	863	685	840

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	$t_°$, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 4543–71	В горячекатаном состоянии			Свыше 5 до 250	Не определяются						≤ 163
	Нормализация	865–895	Воздух	До 80	245	410	26	55	—		—
				Свыше 80 до 150	245	410	24	50	—		
				Свыше 150 до 250	245	410	23	45	—		

Назначение. После улучшения — заклепки ответственного назначения; после цементации — поршневые пальцы, фрикционные диски, пальцы рессор, кулачковые валики, крепеж и другие детали с высокой твердостью и износостойкостью; без термообработки — сварные подмоторные рамы, башмаки, косынки.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
230	—	При $\sigma_в$ = 490 Н/мм².	—	—	29	—	—	—	Нормализация или деформационный нагрев.

Технологические характеристики

Ковка		Механические свойства в зависимости от сечения заготовки						
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_{10}, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Термообработка
Слиток	1200–825	19	870	940	6	67	66	Закалка 890°С, вода; отпуск 425°С, масло.
		60	435	560	17	78	117	
Заготовка		19	790	870	8	67	112	Закалка 890°С, вода; отпуск 450°С, масло.
		60	415	560	17	72	118	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений (кроме химико-термически обработанных деталей). Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ.	В нормализованном состоянии при 179 НВ и $\sigma_в$ = 410 Н/мм² K_v = 1,6 (твердый сплав), K_v = 1,3 (быстрорежущая сталь)	Нечувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Несклонна

Марка стали	Вид поставки
20Г	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71, ТУ 14–1–4518–88. Фасонный прокат — ТУ 14–1–1271–75.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	Cu
0,17–0,24	0,17–0,37	0,70–1,00	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,30	—	≤ 0,008	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
723	830	680	830

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
					не менее						
ГОСТ 4543–71	В горячекатаном состоянии			Свыше 5 до 250	Не определяются						≤ 179
	Нормализация	865–895	Воздух	До 80	275	450	24	50	—	—	—
				Свыше 80 до 150	275	450	22	45	—		
				Свыше 150 до 250	275	450	21	40	—		
ДЦ	Цементация	920–950	Воздух		Не определяются					Поверхности 56–62	Сердцевины ≥ 170
	Закалка	810–830	Масло								
	Отпуск	180–200	Воздух								
	Цианирование	840–860			Не определяются					Поверхности 54–62	Сердцевины ≥ 170
	Закалка	820–840	Масло								
	Отпуск	180–200	Воздух								

Назначение. После нормализации или без термообработки – втулки, трубки, штуцера, оси, вкладыши, детали сварных конструкций, подмоторные рамы, косынки, башмаки, кулачковые валики и другие детали невысокой прочности.

После химико-термической обработки – фрикционные диски, поршневые пальцы, пальцы рессор, кулачковые валики, болты, гайки, винты, ключи, шайбы, несответственные шестерни, червяки и другие детали, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости и износостойкости при невысокой прочности сердцевины.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С					Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+20	0	–20	–40	–60	
235	—	Нормализация с 910°С, $\sigma_в$ = 500 Н/мм², С – 0,20%; Mn – 0,82%.	173	142	142	125	115–120	Закалка с 890°С, отпуск при 650°С.
			Химический состав: С – 0,23%; Si – 0,80%; Mn – 0,73%; S – 0,050%; P – 0,028%.					

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1260–800	До 600	Отжиг с перекристаллизацией (или нормализация), одно переохлаждение, отпуск	До 600	Отжиг с перекристаллизацией (или нормализация), одно переохлаждение, отпуск
Заготовка	1260–750				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений (кроме химико-термически обработанных деталей). Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ.	В нормализованном состоянии при 143–187 НВ K_v = 1,00 (твердый сплав), K_v = 0,95 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
30Г	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71, ТУ 14–1–4518–88. Фасонный прокат — ТУ 14–1–1271–75.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	Cu
0,27–0,35	0,17–0,37	0,70–1,00	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,30	—	≤ 0,008	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
723	810	680	785

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	δ, % (не менее)	ψ, % (не менее)	KCU, Дж/см² (не менее)	HRC	НВ
ГОСТ 4543–71	В отожженном состоянии			Свыше 5 до 250	Не определяются						≤ 197
	Нормализация	845–875	Воздух	До 80	315	540	20	45	78		
	Отпуск	550–650	Воздух	Свыше 80 до 150	315	540	18	40	70		
				Свыше 150 до 250	315	540	17	35	65		

Назначение. Тяги, оси, серьги, рычаги, муфты, валы, звездочки, цилиндры, диски, шпильки, соединительные муфты паровых турбин, цилиндры прессов, болты, гайки, винты и другие детали, к которым предъявляются требования невысокой прочности.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 70	– 80	
360	220	Закалка с 840°С в воде, отпуск при 500–550°С.	100	—	35	—	16		Нормализация с 870°С, воздух.
			Химический состав: C – 0,35%; Si – 0,26%; Mn – 0,77%; S – 0,020%; P – 0,025%.						

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1220–800	Поковки всех размеров ответственного назначения	Нормализация, два переохлаждения, отпуск.	До 400	На воздухе
Заготовка	1250–800	Остальные поковки: до 400	на воздухе		
		401–800	отжиг низкотемпературный		
		> 800	отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном состоянии при 149–197 НВ K_v = 1,0 (твердый сплав), K_v = 0,8 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна при 1,0% Mn.

Марка стали	Вид поставки
40Г	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71, ТУ 14–1–4518–88. Фасонный прокат — ТУ 14–1–1271–75.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	Cu
0,37–0,45	0,17–0,37	0,70–1,00	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,30	—	≤ 0,008	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
723	785	680	770

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	В отожженном состоянии			Свыше 5 до 250	Не определяются						≤ 207
	Закалка	845–875	Вода или воздух	До 80	355	590	17	45	59		
	Отпуск	550–650	Воздух	Свыше 80 до 150	355	590	15	40	53		—
				Свыше 150 до 250	355	590	14	35	50		
ДЦ	Закалка Отпуск	830–850 180–200	Вода Воздух	—	Не определяются					42–48	—

Назначение. Оси, коленчатые валы, шестерни, штоки, бандажи, детали арматуры, шатуны, звездочки, распределительные валики, головки плунжеров, карданные валы и другие детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	
328	—	Закалка 800°С, отпуск 650°С, $\sigma_в$ = 710 Н/мм².
335	—	Закалка с 840°С в воде, отпуск при 650°С.
279[1]		

[1] Образец с надрезом.

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
71	7	72	54	30	—	Горячекатаное состояние.
47	9	10	7	—	—	Отжиг.
177	159	140	120	84	—	Закалка и отпуск.

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1220–800	Поковки всех размеров ответственного назначения	Нормализация, два переохлаждения, отпуск	До 400	На воздухе
Заготовка	1250–800	Остальные поковки: до 400 401–800 > 800	на воздухе отжиг низкотемпературный отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном состоянии при 174–207 НВ K_v = 0,95 (твердый сплав), K_v = 0,70 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
45Г	**Сортовой прокат** — ГОСТ 4543–71, ТУ 14–1–4518–88. **Фасонный прокат** — ТУ 14–1–1271–75.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,42–0,50	0,17–0,37	0,70–1,00	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,30	—	≤ 0,008	≤ 0,30	715	735	635	710

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{т,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 4543–71	В отожженном состоянии			Свыше 5 до 250	Не определяются						≤ 229
	Закалка	835–865	Вода или воздух	До 80	375	620	15	40	49		—
	Отпуск	550–650	Воздух	Свыше 80 до 150	375	620	13	35	44		
				Свыше 150 до 250	375	620	12	30	42		

Назначение. Оси, коленчатые валы, шестерни, штоки, бандажи, детали арматуры, шатуны, карданные валы, тормозные рычаги, зубчатые колеса, анкерные болты.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	
418	—	При $\sigma_в$ = 670 Н/мм².
409	—	При $\sigma_в$ = 770 Н/мм².

Механические свойства в зависимости от сечения заготовки

Сечение, мм	$\sigma_{т,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Термообработка
30	550	800	18	55	78	Закалка 840°С, вода; отпуск 570°С, воздух.
50	490	760	18	55	68	
120	450	740	16	50	59	
200	430	740	16	45	59	
240	430	740	16	45	59	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1190–820				
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном состоянии при 174–207 НВ и $\sigma_в$ = 620 Н/мм² K_v = 0,95 (твердый сплав), K_v = 0,30 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
50Г	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71. Лента — ГОСТ 2283–79.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	Cu
0,48–0,56	0,17–0,37	0,70–1,00	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,30	—	≤ 0,008	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
723	760	680	740

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	В отожженном состоянии			Свыше 5 до 250	Не определяются						≤ 229
	Закалка	835–865	Масло или воздух	До 80	390	650	13	40	39		—
				Свыше 80 до 150	390	650	11	35	35		
	Отпуск	550–650	Воздух	Свыше 150 до 250	390	650	10	30	32		
ГОСТ 2283–79	В отожженном состоянии			От 0,1 до 1,5	—	640	15	—	—		
				Свыше 1,5 до 4,0	—	740	10	—	—		
	В нагартованном состоянии			От 0,1 до 4,0	—	740–1180	—	—	—		

Назначение. Оси, коленчатые валы, шестерни, штоки, бандажи, детали арматуры, шатуны, звездочки, распределительные валики, головки плунжеров, карданные валы и другие детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+20	0	–20	–40	–50	–70	
333	—	Закалка с 840°С, масло, отпуск при 600°С; $\sigma_в$ = 660 Н/мм².	—	—	63	47	39	—	Закалка 840°С, отпуск 560–580°С; $\sigma_в$ = 800 Н/мм².

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток				До 400	На воздухе
Заготовка	1250–780				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В закаленном и отпущенном состоянии при 202 НВ K_v = 0,90 (твердый сплав), K_v = 0,70 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна при 1% Mn

Марка стали	Вид поставки
23Г2А	Сортовой прокат.

Массовая доля элементов, %, по НД завода-изготовителя

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,20–0,28	0,17–0,37	1,40–1,70	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,25	≤ 0,30	—	—	—	—	—

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
720	840	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
НД завода-изготовителя	Закалка	880–900	Вода	20	950	1050	12	—	79	d=a	—
	Отпуск	350–450	Вода								

Назначение. Крупнозвенные сварные цепи и детали разборных цепей тяговых органов подземных скребковых конвейеров и комбайнов.

Звенья и полузвенья крупнозвенных цепей изготовляются методом холодной гибки на цепевязальных автоматах с последующей стыковой контактной сваркой оплавлением, детали разборных цепей изготовляются методом горячей штамповки.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	
670	400	Закалка с 900°С в воде, отпуск при 200–220°С.
610	370	Закалка с 900°С в воде, отпуск при 400–450°С.

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ. Рекомендуется последующая термообработка.	Обработке резанием не подвергается.	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
35Г2	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71, ТУ 14–1–4518–88. Поковки — ГОСТ 8479–70.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71												Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	W	Ti	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,31–0,39	0,17–0,37	1,40–1,80	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,30	—	≤ 0,008	—	—	≤ 0,30	718	804	677	727

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	840	С печью	Свыше 5 до 250	Не определяются						≤ 207
	Закалка	855–885	Воздух	До 80	365	620	13	40	—	—	—
	Отпуск	600–700	Воздух	Свыше 80 до 150	365	620	11	35	—		
				Свыше 150 до 250	365	620	10	30	—		
ГОСТ 8479–70	Нормализация	860	Воздух	100–300	275	530	17	38	34	—	156–197
ДЦ	Нормализация	840–870	Воздух	100–300	295	580	18	43	29	—	183–241
	Отпуск	600–650	Воздух								

Назначение. Валы-шестерни, коленчатые и карданные валы, полуоси, шатуны, шестерни, болты и другие детали, к которым предъявляются требования повышенной износостойкости.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
358	—	Закалка 880°С в масле, отпуск при 600°С; $\sigma_в$ = 850 Н/мм².	—	—	49–69	39–59	24–59	—	Закалка 880°С, масло. Отпуск 540°С.
372	—	Закалка 880°С, масло, отпуск 650°С; $\sigma_в$ = 710 Н/мм².							

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–800				
Заготовка	1200–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	После нормализации при ≥ 229 НВ и $\sigma_в$ = 580 Н/мм² K_v = 1,1 (твердый сплав), K_v = 0,8 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
40Г2	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71. ТУ 14–1–4518–88. Фасонный прокат — ТУ 14–1–1271–75.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,36–0,44	0,17–0,37	1,40–1,80	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,30	—	≤ 0,008	≤ 0,30	713	780	627	710

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 4543–71	В отожженном состоянии			Свыше 5 до 250	Не определяются						≤ 217
	Закалка	845–875	Масло	До 80	380	660	12	40	—		—
	Отпуск	600–700	Воздух	Свыше 80 до 150	380	660	10	35	—		
				Свыше 150 до 250	380	660	9	30	—		
ДЦ	Нормализация	870–925	Воздух								
	Закалка	800–830	Масло	38	930	1100	10	40	—		331
	Отпуск	425									

Назначение. Оси, коленчатые и карданные валы, поршневые штоки, рычаги, полуоси.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	
196	—	Закалка с 850°С в масле, отпуск при 620°С; $\sigma_в$ = 720 Н/мм²

Механические свойства в зависимости от сечения

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HB	Термообработка
50	Центр	590	770	18	57	68	220	Закалка 820°С, вода, отпуск 600°С, вода
75	Центр	540	730	18	54	59	210	
	Край	—	820	16	60	68	242	
100	Центр	490	720	18	56	29	210	
	Край	660	800	16	60	41	241	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–800			Свыше 60	Замедленное
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В состоянии закалки и отпуска при ≤ 241 НВ и $\sigma_в$ = 660 Н/мм² K_v = 1,0 (твердый сплав), K_v = 0,75 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
45Г2	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71												Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	W	Ti	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,41–0,49	0,17–0,37	1,40–1,80	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,30	—	≤ 0,008	—	—	≤ 0,30	711	765	626	704

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	840	С печью	Свыше 5 до 250	Не определяются						≤ 229
	Нормализация	835–865	Воздух	До 80	400	690	11	40	—	—	—
				Свыше 80 до 150	400	690	9	35	—		
	Отпуск	600–700	Воздух	Свыше 150 до 250	400	690	8	30	—		
Л11	Закалка Отпуск	830–850 200–250	Масло Воздух		Не определяются					46–54	
	Закалка Отпуск	830–850 550–600	Масло Масло	До 60	700	850	13	45	45		
	Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ и отпуск при 180–200°С				Не определяются					48–52	269–321

Назначение. Валы-шестерни, коленчатые и карданные валы, полуоси, черевики, крышки шатунов, шатуны, звенья конвейерных цепей и другие крупногабаритные средненагруженные детали.

Сталь чувствительна к перегреву, но обладает повышенной износостойкостью.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
610	—	Закалка с 810°С в масле, отпуск при 450°С, $\sigma_в$ = 1220 Н/мм².	—	—	60	—	—	—	После нормализации.
310–400	—	Нормализация с 850°С.	186 24	— —	176 29	157 24	— —	— —	Слиток. Закалка с отпуском. 228–235 НВ. Образец продольный. Образец поперечный.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–800	Все размеры	Отжиг с перекристаллизацией, одно переохлаждение, отпуск	До 100	На воздухе
Заготовка	1200–800			101–300	В мульде

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	После нормализации при ≤ 229 НВ и $\sigma_в$ = 700 Н/мм² K_v = 0,80 (твердый сплав), K_v = 0,55 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
50Г2	**Сортовой прокат** — ГОСТ 4543–71, ТУ 14–1–4518–88. **Фасонный прокат** — ТУ 14–1–1271–75. **Поковки** — ГОСТ 8479–70.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,46–0,55	0,17–0,37	1,40–1,80	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,30	—	≤ 0,008	≤ 0,30	723	760	680	740

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	В отожженном состоянии			Свыше 5 до 250	Не определяются						≤ 229
	Закалка	840	Масло	До 80	420	740	11	35	—		
				Свыше 80 до 150	420	740	9	30	—		—
	Отпуск	650	Воздух	Свыше 150 до 250	420	740	8	25	—		
ГОСТ 8479–70				До 100	315	570	17	38	39		167–207
	Нормализация	840–860	Воздух	До 100	345	590	18	45	59		174–217
	Отпуск	600–650	Воздух	До 100	395	615	17	45	59		187–229
				101–300	315	570	17	38	39		167–207
				101–300	345	590	17	40	54		174–217

Назначение. Диски трения, валы, шестерни, шлицевые валы, шатуны, распределительные валики, втулки подшипников, кривошипы, шпиндели, зубчатые колеса, обводы маховиков, колен-валы дизелей и газовых двигателей и другие детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности и износостойкости.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С					Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 50	
340	—	Закалка с 840°С в масле, отпуск при 600°С; $\sigma_в$ = 680 Н/мм².	—	—	64	48	40	Закалка с 840°С, отпуск при 560–580°С; $\sigma_в$ = 820 Н/мм².

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1220–830			До 100	На воздухе
Заготовка	1200–800			101–200	В мульде
				201–300	В закрытой мульде

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	После нормализации при ≤ 241 НВ и $\sigma_в$ = 700 Н/мм² K_v = 0,8 (твердый сплав), K_v = 0,55 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
26Г2С	Сортовой прокат.

Массовая доля элементов, %, по НД завода-изготовителя

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,22–0,30	0,60–0,90	1,30–1,60	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,30	—	—	—	—	—

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
НД завода-изготовителя	Закалка	880–900	Вода	15	850	1000	12	45	69	—	—
	Отпуск	400–440	Вода								

Назначение. Звенья и валики разборных цепей для тяговых органов подземных скребковых конвейеров. Детали изготовляются методом горячей штамповки, без механической обработки, с последующей термообработкой.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+20	0	–20	–40	–60	–80	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ. Рекомендуется последующая термообработка.	Обработке резанием не подвергается.	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
05Г4ДМФ	Поковки — ТУ 108.11.819–85. Толстый лист — ТУ 108.11.818–85.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 108.11.818–85

C	Si	Mn	S	P	Ti	Ni	Mo	V	Cu
≤ 0,05	0,30–0,60	3,20–3,70	≤ 0,020	≤ 0,020	≤ 0,020	≤ 0,30	0,20–0,40	0,08–0,15	0,15–0,40

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_2	Ar_1	Мн	Мк
710	830	—	—	460	370

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ТУ 108.11.818–85	Состояние поставки			До 60	500	650	13	30	50		
ТУ 108.11.819–85	Состояние поставки			До 500	500	650	12	30	50		
ДЦ				Лист 60 × × 2000 × × 5000							
					Верх						
					Продольные образцы						
	Отпуск (33 ч)	640–655	Воздух		609 614	726 730	24,8 26,0	65,5 66,0	64 74		
	Нормализация (2 ч)	900–940	Воздух		Поперечные образцы						
					606 606	727 728	26,0 27,2	66,5 67,8	72 83		
					Середина						
	Отпуск (5 ч)	590–600	Воздух		Продольные образцы						
					590 600	718 725	27,0 27,0	66,5 67,8	98 100		
	Доотпуск 1 (8 ч)	620–630	Воздух		Поперечные образцы						
					590 606	718 727	27,0 27,4	67,0 67,8	110 112		
					Низ						
	Доотпуск 2 (8 ч)	620–630	Воздух		Продольные образцы						
					584 588	708 712	25,2 27,6	65,5 67,0	126 126		
	Доотпуск 3 (8 ч)	640–650			Поперечные образцы						
					588 592	709 716	28,0 28,0	70,0 70,0	124 125		

Назначение. Детали сварно-кованых конструкций, а также для биметаллических лопастей гидротурбин и пр.

Предел выносливости, Н/мм²			Среда	Направление вырезки образцов	Ударная вязкость, KCV, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N			+ 20	– 10	– 20	– 40	– 60	– 80	
445	—	10^7	Воздух	Продольное	244–266	162–212	106–131	50–79	—	—	Лист. Состояние поставки.
305	—	10^7	Вода								
180[1]	—	10^7	Воздух	Поперечное	230–288	166–212	73–132	51–64	—	—	
156[1]	—	10^7	Вода								

[1] Надрезанные образцы.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1170–850	680	Копеж и передача в горячем состоянии на термообработку	300	Копеж и передача в горячем состоянии на термообработку
Заготовка	1090–860				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД под флюсом и газовой защитой, ЭШ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка. КТ – без ограничений.	В состоянии поставки при 207–320 НВ и $\sigma_в$ = 720 Н/мм² K_v = 0,7 (твердый сплав), K_v = 0,4 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
05Г4МНФ	Поковки — ОСТ 108.958.04–85, ТУ 108.11.819–85. Лист толстый — ТУ 108.11.818–85.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 108.11.818–85										Температура критических точек, °С					
C	Si	Mn	S	P	Ti	Ni	Mo	V	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1	Мн	Мк
≤ 0,05	0,30–0,60	3,20–3,70	≤ 0,020	≤ 0,020	≤ 0,020	0,90–1,20	0,20–0,40	0,08–0,15	≤ 0,30	665	804	—	—	494	321

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ОСТ 108.958.04–85					Продольные образцы						
	Отпуск	620–640	Печь 30°С/ч	До 350	490	680	18	45	49	—	207–320
	Нормализация	900–940	Воздух		545	750	22				
					Тангенциальные образцы						
	Отпуск	630–650	Воздух	До 350	490	680	18	45	50	—	207–320
					530	720	20				
ТУ 108.11.818–85	Состояние поставки			До 60	500	650	13	30	60	—	—
ТУ 108.11.819–85	Состояние поставки			До 500	500	650	12	30	50	—	—

05Г4МНФ

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	HRC	НВ
					не менее						
ДП				Поковка ø 500 центр	Продольные образцы						
					575	750	24,0	72,0	154	—	255
					585	750	24,4	73,0	179		
					Поперечные образцы						
					526	686	24,6	63,5	150	—	245
					572	752	25,6	66,5	179		
				Поковка ø 500 периферия	Продольные образцы						
					642	780	22,0	74,6	226	—	235
					667	784	24,0	75,6	231		
	Отпуск	620–640	Печь 30°С/ч		Поперечные образцы						
					654	767	22,0	67,5	180	—	230
	Нормализация	910–930	Воздух		662	784	22,0	70,0	205		
				Поковка ø 350 центр	Продольные образцы						
	Отпуск	630–650	Воздух		542	745	26,8	71,3	230	—	229
					543	765	28,2	72,2	260		
					Поперечные образцы						
	Отпуск	650, 8 ч	Воздух		525	765	22,8	52,7	109	—	229
					528	771	23,6	56,3	116		
				Поковка ø 200 центр	Продольные образцы						
					543	750	24,8	70,5	265	—	218
					545	755	26,5	71,5	273		
					Поперечные образцы						
					515	765	23,5	60,5	145	—	218
					530	770	23,5	62,5	150		

Назначение. Детали сварно-кованых конструкций, а также для биметаллических лопастей гидротурбин и др.

Предел выносливости, Н/мм²			Среда	Ударная вязкость, KCV, Дж/см², при t, °С						Диаметр поковки, мм	Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+20	–10	–20	–40	–60	–80		
410	—	10^7	Воздух.	320	270	185	185	122	—	350[2]	Нормализация 920–940°С, воздух, отпуск 630–650°С, воздух.
280	—	10^7	Вода.	200	120	95	72	48	—	350[3]	
265[1]	—	10^7	Воздух.	326	254	—	145	—	—	500[2]	[2] Продольные образцы.
[1] Надрезанные образцы.				185	85	—	70	—	—	500[3]	[3] Поперечные образцы.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1170–850	680	Копеж и передача в горячем состоянии на термообработку	300	Копеж и передача в горячем состоянии на термообработку
Заготовка	1150–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 207–320 НВ и $\sigma_в$ = 720 Н/мм² K_v = 0,7 (твердый сплав), K_v = 0,4 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
10ГН2МФА, 10ГН2МФА-ВД, 10ГН2МФА-Ш	Поковки — ТУ 108.766–86. Лист — ТУ 108.766–86.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 108.766–86

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Al	Ti	Cu
0,08–0,12	0,17–0,37	0,80–1,10	≤ 0,020	≤ 0,020	≤ 0,30	1,80–2,30	0,40–0,70	0,03–0,07	0,005–0,035	≤ 0,015	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mn
680	800	—	—	400

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	σ_b, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ТУ 108.766–86	Поковки и листы из стали 10ГН2МФА										
	Закалка	890–960	Вода	300	345	539	16	55	390 Тк ≤ +15°С		
	Отпуск	630–680	Воздух								
	Поковки из стали 10ГН2МФА-ВД, 10ГН2МФА-Ш										
	Закалка	890–960	Вода	300	345	539	18	60	600 Тк ≤ −10°С		
	Отпуск	630–680	Воздух								

Назначение. Коллекторы, парогенераторы, компенсаторы давления, трубопроводы Dy850 и другое оборудование для АЭС.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCV, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+20	0	−20	−40	−60	−80	
338	—	Мягкое нагружение, изгиб с вращением, база 10^7 циклов.	—	—	20–80	14–49	12–46	—	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка	1220–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В термически обработанном состоянии при ≤ 197 НВ и σ_b = 539 Н/мм² K_v = 1,4 (твердый сплав), K_v = 0,9 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
08ГДНФ	Поковки — ТУ 108-11-514-80. Листы — ТУ 108.1273-84.

Массовая доля элементов, % по ТУ 108.1273-84

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
≥ 0,10	0,15–0,40	0,80–1,20	≤ 0,030	≤ 0,030	≤ 0,30	1,15–1,55	—	0,08–0,12	—	—	0,80–1,20

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 108.1273-84	В термообработанном состоянии			До 80	343	441	18	40	—		
ДП	Закалка	900–940	Вода	До 200	450	550	20	45	40		159-208
	Отпуск	590–630	Воздух								

Назначение. Детали сварно-кованых конструкций и др.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Свариается без ограничения. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ.	В закаленном и отпущенном состоянии при 159–208 НВ и $\sigma_в$ = 550 Н/мм²: K_v = 1,2 (твердый сплав), K_v = 0,85 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
09Н2МФБА–А	Поковки — ТУ 24.11.027–91.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 24.11.027–91

C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	Nb	V	Al	Ti
0,05–0,09	0,20–0,50	0,10–0,30	≤ 0,010	≤ 0,010	≤ 0,25	1,95–2,50	0,30–0,45	0,05–0,10	0,05–0,10	0,01–0,03	0,003–0,010

Температура критических точек, °С

Ac_1[1]	Ac_3[1]	Ar_1	Ar_3
690–710	820–840	—	—

[1] Интервал ± 10°С включает критические точки стали с химсоставами по верхнему и нижнему пределам легирования.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ТУ 24.11.027–91	Состояние поставки			До 500	200–390	390–590	22	60	29[2] 39[3]		
ДЦ	Закалка	910–930	Вода	340	Поковка						
					Образцы вырезаны вдоль направления деформации						
					Подприбыльная часть (1/6 толщины поковки)						
					360 370	490 490	32 31	79 79	238 277		
					Подприбыльная часть (1/3 толщины поковки)						
					350 350	480 480	32 32	79 81	255 271		
					Подприбыльная часть (1/2 толщины поковки)						
					350 360	490 490	33 33	80 81	227 272		
					Подприбыльная часть (2/3 толщины поковки)						
					360 350	490 485	34 31	78 81	260 233		
	Отпуск	650–660	Воздух		Подприбыльная часть (5/6 толщины поковки)						
	1-й доотпуск	610–630 (30 ч)	Воздух		360 350	490 495	32 33	81 80	154 220		
	2-й доотпуск	640–660 (30 ч)	Воздух		Донная часть (1/6 толщины поковки)						
					375 380	490 495	32 30	81 80	247 277		
					Донная часть (1/3 толщины поковки)						
					350 355	485 490	33 33	80 80	260 271		
					Донная часть (1/2 толщины поковки)						
					340 365	490 490	31 35	79 81	268 268		
					Донная часть (2/3 толщины поковки)						
					360 365	490 490	30 35	80 80	266 245		
					Донная часть (5/6 толщины поковки)						
					375 375	495 500	31 33	79 78	233 294		

[2] KCV при минус 50°С и пределе текучести до 304 Н/мм² включительно (20°С).

[3] KCV при минус 50°С и пределе текучести свыше 304 Н/мм² (20°С).

09Н2МФБА–А

Назначение. Детали транспортных контейнеров для перевозки отработанного ядерного топлива, используемых при температурах до минус 50°С, а также конструкций, работающих в условиях Сибири и Крайнего Севера.

Место вырезки и направление	Ударная вязкость, KCV, Дж/см², при t, °С							Тк, °С	Термообработка
	– 20	– 40	– 50	– 60	– 70	– 80	– 90		
Поковка. Подприбыльная часть. Продольное с глубины ≥ 1/3 толщины плиты	375	375	338	314	310	40	12	– 70	Закалка 910°С, отпуск 650°С, дополнительный отпуск 610–630°С, 5 ч + отпуск 640–660°С, 10 ч
Поковка. Донная часть. Продольное с глубины ≥ 1/3 толщины плиты	375	299	301	284	239	28	10	– 80	
Поковка. Подприбыльная часть. Продольное с глубины ≥ 1/4 толщины плиты	363	365	366	332	331	316	15	– 80	Закалка 910°С, отпуск 650°С, дополнительный отпуск 620°С + отпуск 650°С.
Поковка. Донная часть. Продольное с глубины ≥ 1/4 толщины плиты	348	353	316	—	310	—	310	– 90	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1220–800		Замедленное		
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ	В состоянии поставки при $\sigma_в$ = 590 Н/мм²: K_v = 0,98 (твердый сплав), K_v = 0,65 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
18ХГТ	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71, ТУ 14–1–4518–88. Фасонный прокат ТУ 14–1–1271–75. Поковки — ТУ 302.02.038–89.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	W	Ti	Cu
0,17–0,23	0,17–0,37	0,80–1,10	≤ 0,035	≤ 0,035	1,00–1,30	≤ 0,30	—	≤ 0,008	—	0,03–0,09	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
740	825	650	730

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг или отпуск			Свыше 5 до 250	Не определяются						≤ 217
	Нормализация	880–950	Масло	До 80	885	980	9	50	78		—
	Закалка	855–885	Масло	Свыше 80 до 150	885	980	7	45	70		
	Отпуск	150–250	Воздух или вода	Свыше 150 до 250	885	980	6	40	66		
ТУ 302.02.038–89	В термически обработанном состоянии			До 100	395	615	18	45	59		
ДЦ	Цементация	920–950	Воздух	До 20[1]	950	1200	10	50	80	Поверхности 56–62	Сердцевины ≥ 341
	Закалка	820–860	Масло	20–60[2]	800	1000	9	50	80	Поверхности 56–62	Сердцевины 240–300
	Отпуск	180–200	Воздух								
	Закалка	910	Масло							Поверхности 55–59	
	Отпуск	570	Воздух								
	Азотирование[2]	500–520	С печью до 150°С								

[1] Механические свойства сердцевины ориентировочные и при изготовлении деталей не определяются.
[2] Диссоциация аммиака 15–20%.

Назначение. Шестерни, червяки, шлицевые валы, втулки, кулачковые муфты, направляющие, шкворни, пальцы, валики и другие ответственные нагруженные детали, от которых требуется повышенная прочность и вязкость сердцевины и высокая поверхностная твердость, работающие под действием ударных нагрузок.

После азотирования — холодные винты, гильзы и другие детали, к которым предъявляются требования высокой износостойкости и минимальная деформация при термообработке.

Предел выносливости, Н/мм²		Сечение, мм	$\sigma_в$, Н/мм²	$\sigma_т$, Н/мм²	KCU, Дж/см²	HB	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}						+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
490	294	50	780	980	80	240–300	114	—	101	93	85	—	
—	480	Нормализация											

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1220–800	До 100	В яме с закрытой крышкой	До 250	На воздухе
Заготовка	1200–800	101–200	В яме с песком	251–350	В яме
		201–800	Нормализация и отпуск		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Свариается без ограничений (кроме химико-термически обработанных деталей). Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ.	После нормализации при 156–159 НВ и $\sigma_в$ = 540 Н/мм² K_v = 1,1 (твердый сплав), K_v = 1,0 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
20ХГР	**Сортовой прокат** — ГОСТ 4543–71, ТУ 14–1–4518–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	W	B	Cu
0,18–0,24	0,17–0,37	0,70–1,00	≤ 0,035	≤ 0,035	0,75–1,05	≤ 0,30	—	≤ 0,008	—	По расчету 0,005	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
735	835	670	760

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	850–870	С печью	Свыше 5 до 250	Не определяются						≤ 197
	Закалка	865–895	Масло	До 80	785	980	9	50	78		—
				Свыше 80 до 150	785	980	7	45	70		
	Отпуск	150–250	Воздух или масло	Свыше 150 до 250	785	980	6	40	65		
ДЦ	Цементация[1]	920–950			Не определяются					Поверхность 56–62	Сердцевины ≤ 321
	Закалка	820–840	Масло								
	Отпуск	180–200	Воздух или масло								

[1] Охлаждение замедленное в колодцах или в цементационных ящиках.

Назначение. Зубчатые колеса, вал–шестерни, червяки, кулачковые муфты, вилки, пальцы, втулки и другие цементуемые детали, работающие в условиях ударных нагрузок.

Предел выносливости, Н/мм²		Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	KCU, Дж/см²	НВ	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}						+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
608	304	50	1080	1150	60	≥ 340	62	61	62	63	61	62	Закалка с 860°С в масле, отпуск при 200°С, охлаждение в масле; HRC = 45.
510	304	100	870	980	110	≥ 300	128	133	112	122	119	91	Закалка с 860°С в масле, отпуск при 500°С, охлаждение в масле; HRC = 31.
500	304	150	830	980	100	≥ 286	Химический состав: C – 0,23%; Cr – 0,99%; Ni – 1,17%; B – 0,0017%; Ti – 0,03%.						

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1150–800				
Заготовка	1150–800			Свыше 75	Замедленное

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ.	После нормализации при 156–159 НВ и $\sigma_в$ = 540 Н/мм² $K_т$ = 1,1 (твердый сплав), $K_т$ = 1,0 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
30ХГТ	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71. Поковки — ГОСТ 8479–70, ТУ 302.02.038–89.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	W	Ti	Cu
0,24–0,32	0,17–0,37	0,80–1,10	≤ 0,035	≤ 0,035	1,00–1,30	≤ 0,30	—	≤ 0,008	—	0,03–0,09	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
770	825	660	740

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг или отпуск	—	—	Свыше 5	Не определяются						≤ 229
	Закалка I	880–950	Воздух	До 80	1275	1470	9	40	59		
	Закалка II	835–865	Масло	Свыше 80 до 150	1275	1470	7	35	54		—
	Отпуск	150–250	Вода или масло	Свыше 150 до 250	1275	1470	6	30	50		
ГОСТ 8479–70	Закалка Отпуск	830–850 180–200	Масло Воздух	До 100	685	835	13	42	59		262–311
ТУ 302.02.038–89	В термически обработанном состоянии			До 100	685	835	13	42	59		
ДЦ	Цементация	920–950		До 80[1]	800	1100	12	35	60	Поверхности 56–62	Сердцевины ≥ 300
	Закалка	840–860	Масло	100[1]	750	900	12	35	60		Сердцевины ≥ 270
	Отпуск	180–200	Воздух	150[1]	700	850	12	30	50		Сердцевины ≥ 240

[1] Механические свойства сердцевины ориентировочные и при изготовлении деталей не определяются.

Назначение. Шестерни, червяки, валы, втулки и другие детали, от которых требуется высокая прочность и вязкость сердцевины и высокая поверхностная твердость, работающие при больших скоростях и повышенных давлениях под действием ударных нагрузок.

Сталь имеет более высокую прочность сердцевины и контактную усталостную прочность цементованного слоя, но несколько пониженную ударную вязкость по сравнению со сталью марки 18ХГТ.

Предел выносливости, Н/мм²		Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	KCU, Дж/см²	HB	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}						+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
490	294	60	780	980	60	≥ 300							
461	274	120	730	920	60	270–300	61	—	57	56	54	—	Закалка 850°С, масло. Отпуск 200°С, воздух.
441	265	150	700	870	50	240–270							

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток				81–200	В золе/ящиках
Заготовка	1220–800			> 200	В печах

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	После нормализации при 364 НВ, $\sigma_в$ = 880 Н/мм² K_v = 0,45 (твердый сплав), K_v = 0,25 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Склонна

Марка стали	Вид поставки
25ХГМ	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71												Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,23–0,29	0,17–0,37	0,90–1,20	≤ 0,035	≤ 0,035	0,90–1,20	≤ 0,30	0,20–0,30	—	—	—	≤ 0,30				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 4543–71	Закалка Отпуск	845–875 170–230	Масло Воздух	До 80	1080	1180	10	45	78		—
				81–150	1080	1180	8	40	70		
				Свыше 150	1080	1180	7	35	66		
ДП	Нитроцементация Закалка Отпуск	860–880 860–880 180–200	 Масло Воздух	Пруток 25–60	Не определяются					Поверхности 50–60	Сердцевины HRC 30–40

Назначение. Сильно нагруженные валы, шестерни, втулки, зубчатые колеса и другие детали, работающие при повышенных давлениях.

Коррозионная стойкость низкая.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	t_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
			65	64	62	62	55	—	Закалка 820°С, масло, Отпуск 200°С, воздух

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1220–850	До 50	На воздухе	До 50	На воздухе
Заготовка	1180–800	51–180	В колодце	51–180	В колодце

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ	В горячекатаном состоянии при 205–215 НВ и $\sigma_в$ = 730 Н/мм² K_v = 0,75 (твердый сплав), K_v = 0,6 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
30Х2ГМТ	Поковки — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %, по НД завода-изготовителя

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,28–0,35	0,17–0,37	1,00–1,30	≤ 0,040	≤ 0,040	1,70–2,00	—	0,40–0,60	—	—	0,02–0,06	—

Температура критических точек, °С

Ac_2	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	δ, % (не менее)	ψ, % (не менее)	KCU, Дж/см² (не менее)	HRC	HB
ДЦ	Отжиг	870–890	С печью	—	Не определяются						≤ 241
	Закалка + Отпуск	890–910 + 550–600	Масло + Воздух	До 500	685	835	14	45	49		241–279
				500–700	685	835	12	35	39		
				700–1000	635	780	10	35	34		

Назначение. Валы-шестерни, опорные ролики, шпильки, штоки, оси, червячные валы, шестерни и другие тяжелонагруженные детали, подвергающиеся ударным нагрузкам.

Сталь рекомендуется применять взамен стали марки 40ХН для сечений до 700 мм и 40ХН2МА для сечений до 500 мм.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+20	0	−20	−40	−60	−80	

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1230–820				
Заготовка	1230–820				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	После закалки и отпуска при 250 НВ и $\sigma_в$ = 835 Н/мм² K_v = 0,60 (твердый сплав), K_v = 0,45 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
15ХФ	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71										Температура критических точек, °С				
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mn
0,12–0,18	0,17–0,37	0,40–0,70	≤ 0,035	≤ 0,035	0,80–1,10	≤ 0,30	—	0,06–0,12	≤ 0,30	741	843	704	788	435

Механические свойства при комнатной температуре

ПД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг			Свыше 5	Не определяются					—	≤ 187
	Закалка I	880		До 80	540	740	13	50	78		
	Закалка II	760–810	Вода или масло	81–150	540	740	11	45	70	—	—
	Отпуск	180	Воздух или масло	Свыше 150	540	740	10	40	66		
ДП	Цементация	930, 12 ч									
	Нормализация	875	Воздух	Пруток 25	350–380	610–690	16–20	43–55	59–98	Поверхности 58–62	—
	Закалка	800	Масло								
	Отпуск	200									
	Цементация	930, 12 ч									
	Закалка	875	Масло	Пруток 25	720–760	960–980	9–12	50–58	78–98	Поверхности 58–62	—
	Закалка	840	Масло								
	Отпуск	200									

Назначение. Зубчатые колеса, поршневые пальцы, распределительные валики, плунжеры, кольца, некрупные детали, подвергаемые цементации и закалке с низким отпуском.

Сталь мало склонна к росту зерна при нагреве.

Коррозионная стойкость стали низкая.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1250–800	Более 60	Медленное охлаждение		
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.	В отожженном состоянии при ≤ 200 НВ K_v = 1,1 (твердый сплав), K_v = 0,8 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
33ХС	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu
0,29–0,37	1,00–1,40	0,30–0,60	≤ 0,035	≤ 0,035	1,30–1,60	≤ 0,30	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
755	830	715	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	—	—	Свыше 5	Не определяются						≤ 241
	Закалка	920	Вода или масло	До 80	685	880	13	50	78		
	Отпуск	630	Вода или масло	81–150	685	880	11	45	70		—
				Свыше 150	685	880	10	40	66		
ДСЦ				Пруток							
	Закалка	910	Масло	30	780	940	12	50	59		285
	Отпуск	600–620	Вода	50	670	860	12	50	59		255
				80	720	900	16	50	59		262
	Закалка	910	Вода	120	650	840	16	50	59		—
	Отпуск	600–620	Вода	160	510	720	16	50	59		212
				200	410	670	16	50	59		—
				240	390	670	16	50	59		—
	Закалка	900	Масло								
	Отпуск	200	Воздух		1610	1750	10	48	88		510
		320	Воздух		1490	1640	10	49	78		470
		400	Воздух	—	1340	1470	10	52	59		430
		520	Вода		1070	1180	14	59	88		350
		600	Вода		900	1110	18	63	118		300

Назначение. Улучшаемые детали пружинного типа сравнительно небольших сечений, от которых требуется высокая прочность, износостойкость и упругость, диски трения, муфты сцепления, балансиры, валы коробок скоростей и т.д.

Коррозионная стойкость стали низкая.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 50	– 80	
363	—	$\sigma_{0,2}$ = 690 Н/мм², $\sigma_в$ = 880 Н/мм².	59	—	44	35	29	24	Нормализация 920°С. Отпуск 650°С. Закалка 910°С, масло. Отпуск 610°С, вода.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–850				
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД – необходимы подогрев и последующая термообработка. КТ – необходима последующая термообработка.	В отожженном состоянии при 229–269 НВ K_v = 0,7 (твердый сплав), K_v = 0,4 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
38ХС	Поковки — ГОСТ 8479–70. Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,34–0,42	1,00–1,40	0,30–0,60	≤ 0,035	≤ 0,035	1,30–1,60	≤ 0,30	—	—	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
763	810	680	755

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	—	—	Свыше 5 до 250	Не определяются						≤ 255
	Закалка	900	Вода или масло	До 80	735	930	12	50	69		
	Отпуск	630	Вода или масло	81–150	735	930	10	45	62		—
				Свыше 150	735	930	9	40	59		
ГОСТ 8479–70	Закалка	—	—	До 100	590	735	14	45	59		235–277
	Отпуск	—	—		540	685	15	45	59		223–262
ДП	Закалка	880–930	Вода или масло	Пруток До 80	685	835	13	45	59		257–302
	Отпуск	650–680	Вода или масло								

Назначение. Валы, шестерни, муфты, пальцы и другие детали небольших размеров, к которым предъявляются требования высокой прочности, упругости и износостойкости, впускные клапаны тракторных двигателей.

Коррозионная стойкость стали низкая.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
382	—	$\sigma_{0,2}$ = 750 Н/мм², $\sigma_в$ = 930 Н/мм².	78	—	55	51	—	39	

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1200–800	Поковки общего машиностроения до 700	Отжиг низкотемпературный	До 250	На воздухе
Заготовка	1200–800			251–350	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД. Необходимы подогрев и последующая термообработка. КТ – необходима последующая термообработка.	После закалки и отпуска 250–300 НВ и $\sigma_в$ = 780–800 Н/мм² $K_т$ = 0,8 (твердый сплав), $K_т$ = 0,72 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
40ХС	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71									Температура критических точек, °С				
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mн
0,37–0,45	1,20–1,60	0,30–0,60	≤ 0,035	≤ 0,035	1,30–1,60	≤ 0,30	—	≤ 0,30	763	810	680	735	320

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	—	—	Свыше 5	Не определяются						≤ 255
	Закалка	900	Вода или масло	До 80	1080	1230	12	40	34		
	Отпуск	540	Вода или масло	81–150	1080	1230	10	35	31		—
				Свыше 150	1080	1230	9	30	29		
	Изотермическая закалка	900–910	В селитре при 330–350°С, затем на воздухе	До 80	1080	1230	12	40	49		—
ДЦ	Закалка	900	Масло	Пруток 20	800	960	19	62	122		270
	Отпуск	640	Вода	40	730	930	19	59	108		265
				60	700	870	19	54	88		250
				80	670	850	19	52	78		230
	Закалка	900	Масло								
	Отпуск	200	Воздух		1670	1960	10	40	59		575
		300	Воздух		1570	1810	10	43	29		530
		400	Воздух	—	1370	1580	10	45	59		460
		500	Воздух		1100	1320	11	50	60		380
		600	Воздух		900	1030	16	55	78		320

Назначение. Валы, шестерни, муфты, пальцы и другие улучшаемые детали небольших размеров, к которым предъявляются требования высокой прочности, упругости, износостойкости.

Коррозионная стойкость стали низкая.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+20	0	−20	−40	−60	−80	
			78	—	55	51	—	39	Отжиг 880°С. Закалка 900°С, масло. Отпуск 640°С.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1150–850	Более 75	Замедленное охлаждение		
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД – необходимы подогрев и последующая термообработка. КГ – необходима последующая термообработка.	После закалки и отпуска 250–300 НВ и $\sigma_в$ = 780–800 Н/мм² $K_т$ = 0,8 (твердый сплав), $K_т$ = 0,72 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
22Х3М	Поковки — ТУ 108.11.917–87, ТУ 572–64 (Ижорского завода)

Массовая доля элементов, %, по ТУ 108.11.917–87

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,20–0,25	0,20–0,40	0,50–0,80	≤ 0,030	≤ 0,030	3,00–3,50	≤ 0,30	0,40–0,50	—	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	M_H
770	835	—	—	360

[1] Температура нагрева 900°С.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	t испытания, °С	НВ
					не менее						
ТУ 108.11.917–87	После предварительной термообработки			Сыдие 800	Не определяются						≤ 255
ТУ 572–64	Нормализация[2]	890–910	Воздух	До 150[3]	440	590	15	32	49	20	—
	Отпуск	650–720	Воздух или печь		340	470	—	—	—	300	—
	Закалка[1]	890–910	Масло	До 550[1]	440	590	15	32	49	20	—
	Отпуск	650–720	Воздух		340	490	—	—	—	300	—

[2] Режим для свариваемых деталей.
[1] Режим для несвариваемых деталей.
[3] Образцы тангенциальные.

Назначение. Цельнокованые и сварно-кованые сосуды высокого давления.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	t_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ.	В отожженном состоянии при 157 НВ и $\sigma_в$ = 530 Н/мм² K_v = 1,5 (твердый сплав), K_v = 1,1 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
30ХМ, 30ХМА	**Поковки** — ГОСТ 8479–70. **Сортовой прокат** — ГОСТ 4543–71. **Трубы** — ГОСТ 8731–74.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71											Марка стали	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Cu		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,26–0,34	0,17–0,37	0,40–0,70	≤ 0,035	≤ 0,035	0,80–1,10	≤ 0,30	0,15–0,25	—	—	≤ 0,30	30ХМ	757	807	693	763
0,26–0,33			≤ 0,025	≤ 0,025							30ХМА				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Марка стали	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	830–850	С печью	Свыше 5	Не определяются						≤ 229
	Закалка	880	Масло	До 80	735	930	11	45	78	30ХМ	—
							12	50	88	30ХМА	
				81–150	735	930	9	40	70	30ХМ	
	Отпуск	540	Вода или масло				10	45	79	30ХМА	
				Свыше 150	735	930	8	35	66	30ХМ	
							9	40	75	30ХМА	
ГОСТ 8479–70	Закалка	870–890	Масло	До 100	490	655	16	45	59		212–248
				100–300	440	635	16	45	59		197–235
	Отпуск	540–600	Вода или масло	До 100	395	615	17	45	49		187–229
ГОСТ 8731–74	В состоянии поставки (термообработанные)				392	588	13	—	—		—

Назначение. Шпильки, гайки, трубы и другие детали паропроводов, работающие при температуре до 450–500°С. Шестерни, валы, цапфы и другие детали.

Стали обладают повышенной прокаливаемостью.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
402	—	Закалка с 880°С в масле, отпуск при 450°С.	—	—	—	42	—	37	Закалка с 880°С в масле, отпуск при 350°С.
366	225	То же, отпуск при 560°С.							
304	—	То же, отпуск при 650°С.	—	—	147	—	108	—	Закалка с 880°С. Отпуск при 550°С.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1220–800	Поковки всех размеров: ответственного назначения	Отжиг с перекристаллизацией, два переохлаждения, отпуск	До 100 101–300	На воздухе В мульде
Заготовка	1260–800	остальные	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемые. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка	После закалки и отпуска при 229–269 НВ и $\sigma_в$ = 930 Н/мм². K_v = 0,7 (твердый сплав), K_v = 0,3 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
32ХМ1А	Поковки — ТУ 108–995–81.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 108–995–81

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,29–0,36	≤ 0,35	0,40–0,70	≤ 0,018	≤ 0,018	0,90–1,20	≤ 0,40	0,40–0,60	—	—	—	≤ 0,25

Сумма содержания серы и фосфора не должна превышать 0,035%, определение меди обязательно.

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
760	830	660	740

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Угол изгиба, град.	НВ
					не менее						
ТУ 108–995–81	Закалка	850–870	Вода или масло	До 1800	471–638[1]	667	18	45	59	180	≤ 250
	Отпуск	630–650	С печью до 400°С, далее на воздухе		471–638[2]	638	14	35	49	150	

[1] Образцы продольные.

[2] Образцы тангенциальные.

Назначение. Заготовки элементов сварных роторов паровых турбин ТЭС и АЭС.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток Заготовка	1200–800 1220–850	Поковки всех размеров: ответственного назначения	Отжиг с перекристаллизацией, два переохлаждения, отпуск.		
		остальные	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение.		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ с подогревом и последующей термообработкой; КТ.	После закалки и отпуска при 229–269 НВ, $\sigma_в$ = 635–700 Н/мм², K_v = 0,6 (твердый сплав), K_v = 0,3 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
34ХМА	Поковки — ГОСТ 8479–70, ОСТ 108.958.04–85, ТУ 108.17.1050–78, ТУ 108.1028–81, ТУ 108.13.32–88, ТУ 108.1029–81.

Массовая доля элементов, %, по ОСТ 108.958.04–85												Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,30–0,40	0,17–0,37	0,40–0,70	≤ 0,025	≤ 0,025	0,90–1,30	≤ 0,50	0,20–0,30	—	—	—	≤ 0,30	755	800	695	750

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	σ_b, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	КП	НВ
					не менее						
ГОСТ 8479–70 ОСТ 108.958.04–85	Закалка	850–870	Масло	101–300	275	530	17	38	34	275	156–197
				301–500	275	530	15	32	29	275	
				До 100	315	570	17	38	39	315	167–207
				101–300	315	570	14	35	34	315	
				500	345	570	17	40	49		174–217
				501–800	345	590	12	33	39	345	
	Отпуск	580–650	Печь или воздух	101–300	395	615	15	40	54	395	187–229
				301–500	395	615	13	35	49	395	
				501–800	395	615	11	30	39	395	
				101–300	440	635	14	40	54	440	197–235
				301–500	440	635	13	35	49	440	
				101–300	490	655	13	40	54	490	212–248
ТУ 108.17.1050–78	Закалка			До 100	490	657	16	45	59		232–248
	Отпуск			101–300	490	657	13	40	54		
ТУ 108.13.32–88	Закалка			801–1100	345	590	12	33	39		174–217
	Отпуск			1101–1500	345	590	10	33	34		
ТУ 108.1028–81	Закалка	850–870	Масло	Диски	392–589[1]	589	17	40	39	150[2]	—
	Отпуск	580–650	Печь или воздух		490–687[1]	657	15	40	49	150[2]	
ТУ 108.1029–81	Закалка	850–870	Масло	Валы и роторы	343	569	17	40	39	180[2]	—
	Отпуск	580–650	Печь или воздух		324[1]	540	13	32	39	150[2]	
					490	638	15	40	59	150[2]	
					461[1]	608	11	32	44	120[2]	

[1] Образцы тангенциальные.
[2] Угол изгиба, град.

Назначение. Валы, роторы, диски паровых турбин и другие детали общего назначения для турбин и компрессоров.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1240–800	1. Поковки энергетического машиностроения 700–1000	1. Отжиг с перекристаллизацией (или нормализация), два переохлаждения, отпуск.	До 200	На воздухе
Заготовки	1220–800	2. Поковки турбинных дисков, колес и покрышек до 450	2. Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение	201–300	В мне
		3. Поковки общего машиностроения до 1000	3. Отжиг низкотемпературный		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и ЭШ. Необходимы подогрев и последующая термообработка	Нормализованное и отпущенное состояние при 178 НВ и σ_b = 570 Н/мм². K_v = 1,0 (твердый сплав)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода деминерализованная	300	—	1–2
Точечная	Вода деминерализованная	300	—	Подвержена

Марка стали	Вид поставки
35ХМ	Поковки — ГОСТ 8479–70, ОСТ 108.958.04–85. Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,32–0,40	0,17–0,37	0,40–0,70	≤ 0,035	≤ 0,035	0,80–1,10	≤ 0,30	0,15–0,25	—	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
755	808	700	750

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCT	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	830–850	С печью	Свыше 5	Не определяются						≤ 241
	Закалка	850	Масло	До 80	835	930	12	45	78	—	—
				81–150	835	930	10	40	70		
	Отпуск	560	Вода или масло	Свыше 150	835	930	9	35	66		
ГОСТ 8479–70	Закалка	850–870	Масло	До 100	590	735	14	45	59	590	235–277
				101–300	490	655	13	40	54	490	212–248
	Отпуск	600–650	Печь или воздух	301–500	440	635	13	35	49	440	197–235
				501–800	395	615	11	30	39	395	187–229
	Нормализация	860–880	Воздух	До 100	345	590	18	45	59	345	174–217
				До 100	315	570	17	38	39	315	167–207
	Отпуск	580–640	Воздух	101–300	315	570	14	35	34	315	167–207
				301–500	275	530	15	32	29	275	156–197
				300–500	245	470	17	35	34	245	143–179
				501–800	245	470	15	30	34	245	143–179
ОСТ 108.958.04–85	Закалка	850–870	Масло	100	735–880	880	13	40	59	—	277–321
				120	675–835	835	13	42	59	—	262–311
	Отпуск	600–650	Воздух	150	590–735	735	14	45	59	—	235–277
ДЦ	Закалка	850–870	Масло	Пруток До 40	1370	1570	12	38	—	HRC 45–53	—
	Отпуск	200–240	Воздух								

Назначение. Валы, шестерни, эксцентрики, шпильки, фланцы, болты, диски, покрышки, штоки и другие ответственные детали турбин, турбокомпрессоров, работающие в условиях больших нагрузок и скоростей при температуре до 450–500°С.

Коррозионная стойкость стали низкая.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N	
333	—	—	$\sigma_{0,2}$ = 490 Н/мм², $\sigma_в$ = 640 Н/мм², 190–240 НВ.
588	—	10^7	Закалка 870°С. Отпуск 400°С. $\sigma_в$ = 1370 Н/мм².
441	—	10^7	Закалка 870°С. Отпуск 600°С. $\sigma_в$ = 980 Н/мм²

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С					Термообработка
+ 20	0	– 20	– 40	– 60	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1220–800	Поковки всех размеров ответственного назначения	Отжиг с перекристаллизацией, два переохлаждения, отпуск	До 100	На воздухе
Заготовка	1260–800	остальные	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение	101–300	В мульде

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и ЭШ. Необходимы подогрев и последующая термообработка. КТ.	После закалки и отпуска 212–249 НВ и $\sigma_в$ = 660 Н/мм² K_v = 0,8 (твердый сплав). K_v = 0,72 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
40ХФА	Поковки — ГОСТ 8479–70. Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,37–0,44	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,025	≤ 0,025	0,80–1,10	≤ 0,30	—	0,10–0,18	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
760	800	680	725

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	σ_b, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	КП	НВ
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	860–880	С печью	Свыше 25	Не определяются						≤ 241
	Закалка	880	Масло	До 80	735	880	10	50	88	—	—
	Отпуск	650	Вода или масло	81–150	735	880	8	45	79		
				Свыше 150	735	880	7	40	75		
ГОСТ 8479–70	Закалка	860–880	Масло	До 100	540	685	15	45	59	540	223–262
				101–300	540	685	13	40	49	540	223–262
	Отпуск	540–620	Воздух	101–300	490	655	13	40	54	490	212–248
				101–300	395	615	15	40	54	395	187–229
				301–500	395	615	13	35	49	395	187–229
ДЦ	Закалка	850–880	Масло	Пруток	Не определяются					HRC Поверхности 54–58	
	Отпуск	650–680	Воздух								
	Азотирование	500–520	С печью								

Назначение. В улучшенном состоянии — шлицевые валы, штоки, установочные винты, траверсы, шатуны, валы экскаваторов, крепежные детали трубопроводов высокого давления при температуре до 400°С и др. После закалки и низкого отпуска — рейки, червячные валы и другие детали средних размеров, к которым предъявляются требования повышенной износостойкости в сочетании с повышенной прочностью и вязкостью сердцевины. После азотирования — зубчатые колеса, силовые шпильки, пальцы, ходовые винты, шпиндели, гильзы, втулки и др. детали сложной конфигурации, к которым предъявляются требования высокой износостойкости, усталостной прочности и минимальной деформации.

После азотирования сталь коррозионно-стойкая в атмосферных условиях, в воде и водяных парах. Для уменьшения деформации при азотировании детали перед окончательным шлифованием (до азотирования) подвергаются стабилизирующему отпуску при 620–650°С.

Сталь малосклонна к росту зерна.

Коррозионная стойкость стали низкая.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 70	– 80	
480	—	Закалка с 880°С в масле, отпуск при 230°С.	92	—	61	—	55	—	Закалка с 850°С в масле, отпуск при 600°С.
421	—	То же, отпуск при 550°С.							
372	265	То же, отпуск при 650°С.							

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1220–800	До 100	В яме с закрытой крышкой	До 200	В мульде
		101–200	В яме с песком	201–300	С печью
Заготовка	1250–830	201–800	Отжиг с перекристаллизацией, одно переохлаждение		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД – необходимы подогрев и последующая термообработка; КТ – необходима последующая термообработка.	После закалки и отпуска при ≤ 241 НВ и $\sigma_в$ = 600 Н/мм² $K_т$ = 0,75 (твердый сплав), $K_т$ = 0,65 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Склонна

Марка стали	Вид поставки
30Х3МФ	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,27–0,34	0,17–0,37	0,30–0,60	≤ 0,035	≤ 0,035	2,30–2,70	≤ 0,30	0,20–0,30	0,06–0,12	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг или отпуск	—	—	Свыше 5	Не определяются						≤ 229
	Закалка	870–890	Масло	До 80	835	980	12	55	98		
	Отпуск	580–620	Вода или масло	81–150	835	980	10	50	88		—
				Свыше 150	835	980	9	45	83		
ДЦ	Азотирование			Пруток 25	Не определяются					Поверхности 59–62	Сердцевины 250–340
	I ступень	510									
	II ступень	530–540									

Назначение. Детали судовых дизелей, распылители форсунок, плунжерные пары топливных насосов высокого давления, направляющие тонкостенные гильзы и другие ответственные детали (в том числе прецизионные), которые должны обладать износостойкостью в условиях высоких давлений.

Сталь подвергается азотированию, теплоустойчива до 450°С.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Необходим подогрев и последующая термообработка.	После закалки и отпуска при ≥ 260 НВ и $\sigma_в$ = 1000 Н/мм² K_v = 0,8 (твердый сплав), K_v = 0,45 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
13Н5А	Лист тонкий — ТУ 14-1-920-74. Пруток — ТУ НЗЛ

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14-1-920-74

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,10–0,17	0,17–0,37	0,30–0,60	≤ 0,030	≤ 0,030	≤ 0,30	4,50–5,00	—	—	—	—	—

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	$\sigma_{ср}$, Н/мм²	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 14-1-920-74	Закалка в штампах	950–980		2–3,9	—	490	δ_5 18	—	—		217–225
	Отпуск	570–590	Воздух								
ТУ НЗЛ	Отжиг	820–840	С печью, в ящиках, на воздухе	4–10	372	588	24	60	—	≥ 441	≤ 217

Назначение. Штампованные заготовки лопаток компрессорных машин и штампованные заклепки.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	—	
		Склонность к отпускной хрупкости

Марка стали	Вид поставки
20ХН	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71												Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu	Ac_3	Ac_1	Ar_1	Ar_3
0,17–0,23	0,17–0,37	0,40–0,70	≤ 0,035	≤ 0,035	0,45–0,75	1,00–1,40	—	—	—	—	≤ 0,30	735	805	660	790

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг или отпуск	—	—	Свыше 5	Не определяются						≤ 197
	Закалка I	825–895	Вода или масло	До 80	590	780	14	50	78		
	Закалка II	760–810	Вода или масло	81–150	590	780	12	45	70		—
	Отпуск	150–210	Вода, масло или воздух	Свыше 150	590	780	11	40	66		
ДЦ	Закалка	850	Масло								
	Отпуск	200			1050	1290	11	48	90	61	
		300		Образцы 10	1000	1220	—	50	80	59	
		400			910	1100	11	51	75	—	
		500			770	950	14	54	110	—	
		600			650	770	20	60	180	—	
	Закалка	860	Масло	Пруток 20	750	1130	10	—	85	—	
	Отпуск	180		40	600	990	10	—	90	—	
				80	520	870	10	—	90	—	
				100	510	860	10	—	90	—	

Назначение. Шестерни, втулки, пальцы и другие детали, от которых требуется повышенная вязкость и умеренная прокаливаемость.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка	Ударная вязкость, KCV, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	t_{-1}	N		– 50	– 20	20	200	300	400	
320[3]	—	20×10^6	Нормализация 830°С. Отпуск 650–670°С. $\sigma_{0,2}$ = 340 Н/мм²; $\sigma_в$ = 550 Н/мм²; 170 НВ.	43	62	81–89	44–46	91–94	68–72	Закалка, высокий отпуск.
210[3]	—	20×10^6								
Образцы диаметром 6 мм: [1] гладкий; [3] с надрезом, R = 1 мм.										

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–850	До 300	В золовой яме	До 50	На воздухе
				51–100	В мульде
Заготовка	1250–830			101–200	В закрытой мульде

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ.	В нормализованном состоянии при ≤ 207 НВ K_v = 0,95 (твердый сплав), K_v = 0,9 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
40ХН	Поковки — ГОСТ 8479–70, ОСТ 108.958.04–85. Валки — ОСТ 24.013.21–85. Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,36–0,44	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,035	≤ 0,035	0,45–0,75	1,00–1,40	—	—	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
735	768	660	700

Механические свойства при комнатной температуре

ПД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	КП	НВ
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	840–860	С печью	Свыше 5	Не определяются						≤ 207
	Закалка	820	Вода или масло	До 80	785	980	11	45	69		
	Отпуск	500	Вода или масло	81–150	785	980	9	40	62		—
				Свыше 150	785	980	8	35	59		
ГОСТ 8479–70 ОСТ 108.958.04–85				До 100	590	735	14	45	59	590	235–277
				101–300	590	735	13	40	49	590	
				До 100	540	685	15	45	59	540	223–262
				101–300	540	685	13	40	49	540	
				До 100	490	655	16	45	59	490	212–248
				101–300	490	655	13	40	54	490	
	Закалка	840–860	Масло или вода	До 100	440	635	16	45	59	440	197–235
	Отпуск	550–600	Воздух или масло	101–300	440	635	14	40	54	440	
				301–500	440	635	13	35	49	440	
				501–800	440	635	11	30	39	440	
				До 100	395	615	17	45	59	395	187–229
				101–300	395	615	15	40	54	395	
				301–500	395	615	13	35	49	395	
				501–800	395	615	11	30	39	395	
				301–500	345	590	14	38	49	345	174–217
	Нормализация			101–300	315	570	14	35	34	315	167–207
				301–500	315	570	12	30	29	315	
				501–800	315	570	11	30	29	315	
ОСТ 24.013.21–85	Закалка	840–860	Масло	До 1000	—	710	10	—	39		255–285
	Отпуск	580–620	Печь или воздух								
ДЦ	Закалка	820–840	Масло	Пруток До 60	980	1180	10	40	59	HRC 40–60	—
	Отпуск	400–450	Воздух								
	Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ и отпуск при 180–200°С		Эмульсия	—						HRC Поверхности 52–56	

Назначение. Оси, валы, шатуны, зубчатые колеса, валы экскаваторов, муфты, валы-шестерни, шпиндели, болты, накидные винты, рычаги, штоки, бортштанги, цилиндры, полукольца и другие ответственные нагруженные детали, подвергающиеся вибрационным и динамическим нагрузкам, к которым предъявляются требования повышенной прочности и вязкости. Валки рельсобалочных и крупносортных станов для горячей прокатки металла (ОСТ 24.013.21–85).

Предел выносливости, Н/мм²: σ_{-1}	τ_{-1}	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	KCU, Дж/см²	НВ	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С: + 20	− 20	− 40	− 60	Термообработка
490	294	60	784	980	59	300–320	115	116	93	80	Закалка и отпуск. Образцы из поковок размером 200 × 30 мм.
441	274	100	686	882	49	270–300					
392	235	300	568	784	39	200–240					

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1220–800	Все размеры	Отжиг с перекристаллизацией, два переохлаждения, отпуск	До 50	На воздухе
Заготовка	1250–830			51–200	В мульде
				201–300	С печью

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, ЭШ. Необходимы подогрев и последующая термообработка	В нормализованном состоянии при ≤ 229 НВ и $\sigma_в$ = 750 Н/мм² K_v = 0,8 (твердый сплав), K_v = 0,6 (быстрорежущая сталь)	Повышенно-чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
45ХН	Поковка — ГОСТ 8479–70, ОСТ 108.958.04–85. Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,41–0,49	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,035	≤ 0,035	0,45–0,75	1,00–1,40	—	—	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Мн
750	790	—	—	310

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	КП	НВ
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	—	—	Свыше 5	Не определяются						≤ 207
	Закалка	820	Вода или масло	До 80	835	1030	10	45	69		
	Отпуск	530	Вода или масло	81–150	835	1030	8	40	62	—	—
				Свыше 150	835	1030	7	35	59		
ГОСТ 8479–70	Закалка	830–850	Масло	До 100	590	735	14	45	59	590	235–277
	Отпуск	550–600	Вода или масло		640	785	13	42	59	640	248–293

Назначение. Коленчатые валы, шатуны, шестерни, шпиндели, муфты, болты и другие ответственные детали.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Твердость после термообработки	
σ_{-1}	τ_{-1}		Термообработка	НВ (HRC)
594	892	Закалка 845°С, вода. Отпуск 480°С, вода. $\sigma_{0,2}$ = 900 Н/мм², $\sigma_в$ = 1150 Н/мм².	Цианирование 810–830°С, масло. Отпуск 200°С, воздух. Закалка ТВЧ 850–870°С. Отпуск 180–220°С.	Сердцевины 450 Поверхности (58)
506	773	Закалка 845°С, вода. Отпуск 590°С, вода. $\sigma_{0,2}$ = 810 Н/мм², $\sigma_в$ = 1010 Н/мм².		Сердцевины 300 Поверхности (52–56)

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1220–800	Все размеры	Отжиг с перекристаллизацией, два переохлаждения, отпуск	До 250	На воздухе
Заготовка	1220–800			251–350	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном состоянии при ≤ 229 НВ и $\sigma_в$ = 750 Н/мм² K_v = 0,8 (твердый сплав), K_v = 0,6 (быстрорежущая сталь)	Повышенно чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
20ХНР	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Ti	B	Cu
0,16–0,23	0,17–0,37	0,60–0,90	≤ 0,035	≤ 0,035	0,70–1,10	0,80–1,10	≤ 0,06	0,001–0,005	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
740	830	650	725

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Нормализация	930–950	Воздух	До 80	980	1180	10	50	88		
	Закалка	780–830	Масло	81–150	980	1180	8	45	79	—	—
	Отпуск	200	Воздух или масло	Свыше 150	980	1180	7	40	75		
ДП				Пруток 25	1370	1420	14	60	108		418
	Нормализация	930	Воздух	50	1110	1200	—	62	147		340
	Закалка	840	Масло	75	970	1060	15	60	108	—	302
	Отпуск	200	Воздух	100	920	1000	15	60	127		302
				150	830	1000	16	—	98		286
	Закалка	860	Масло								
	Отпуск	200	Масло		1220	1520	10	54	49	46	
		300	Масло		1200	1400	—	—	49	45	
		400	Масло	—	1180	1250	11	57	69	42	—
		500	Масло		880	980	14	64	127	33	
		600	Масло		740	780	16	65	172	27	
	Цементация	930	Охлаждение замедленное в колодцах или ящиках	—	Не определяются					Сердцевины 36–46	—
	Закалка	820–840	Масло							Поверхности 56–62	
	Отпуск	180–200	Воздух								

Назначение. Зубчатые колеса, валы-шестерни, червяки, кулачковые муфты, валики, пальцы, втулки и другие нагруженные крупные детали, работающие в условиях ударных нагрузок.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
578	—	10^7	Нормализация 930°С. Закалка 840°С, масло. Отпуск 200°С. $\sigma_в$ = 470 Н/мм².	61	—	61	62	60	—	Закалка 860°С, масло. Отпуск 200°С, масло. 46 HRC.
				125	—	110	120	117	—	Закалка 860°С, масло. Отпуск 500°С, масло. 32 HRC.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1150–800				
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Способ сварки: РД. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном состоянии при ≤ 207 НВ K_v = 0,95 (твердый сплав), K_v = 0,9 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
12ХН2	**Сортовой прокат** — ГОСТ 4543–71. **Трубы** — ГОСТ 8731–74.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,09–0,16	0,17–0,37	0,30–0,60	≤ 0,035	≤ 0,035	0,60–0,90	1,50–1,90	—	—	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
715	773	659	726

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	840–880	С печью	Свыше 5	Не определяются						≤ 207
	Закалка I	860	Вода или масло	До 80	590	780	12	50	88		—
	Закалка II	760–810		81–150	590	780	10	45	79		
	Отпуск	180	Воздух или масло	Свыше 150	590	780	9	40	75		
ГОСТ 8731–74	В состоянии поставки термообработанные			—	392	539	14	—	—	—	—
ДЦ	Цементация Закалка Отпуск	920–950 790–810 180–200	Масло Воздух	Пруток До 100[1]	590	780	12	45	69	Поверхности 56–62	Сердцевины ≤ 249
	Цианирование Закалка Отпуск	840–860 840–860 180–200	Масло Воздух	Пруток 60[1]	590	780	12	50	88	Поверхности ≥ 56	Сердцевины ≥ 229
	Цементация Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ Отпуск	920–940 160–180	 Вода Воздух		Не определяются					Поверхности ≥ 58	

[1] Механические свойства сердцевины ориентировочные и при изготовлении деталей не определяются.

Назначение. Шестерни, поршневые пальцы, шлицевые валы, шпонки и другие детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности и вязкости сердцевины и высокой поверхностной твердости, работающие под действием ударных нагрузок или при отрицательных температурах.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
323	—	10^6	Закалка с 820°С в масле, отпуск при 580°С; $\sigma_в$ = 745 Н/мм².	211	—	—	—	—	35	Закалка с 850°С, отпуск при 600°С

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1230–820			До 100	На воздухе
Заготовки	1250–800			101–300	В мульде

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ.	Нормализованное и отпущенное состояние при 156–207 НВ K_v = 0,85 (твердый сплав), K_v = 0,75 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
12ХН3А	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,09–0,16	0,17–0,37	0,30–0,60	≤ 0,025	≤ 0,025	0,60–0,90	2,75–3,15	—	—	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1
715	773	659	726

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	830–870	С печью	Свыше 5	Не определяются						≤ 217
	Закалка I	860	Вода или масло	До 80	685	930	11	55	88	—	—
	Закалка II	760–810		81–150	685	930	9	50	79		
	Отпуск	180	Воздух или масло	Свыше 150	685	930	8	45	75		
ДП	Цементация	920–950		До 60[2]	835	980	12	55	118	Поверхности 58–63	Сердцевины ≥ 302
	Закалка	800–820	Масло								
	Отпуск	160–200	Воздух	До 100[2]	685	835	10	50	78	Поверхности 56–62	Сердцевины ≥ 250
	Цементация	920–950									
	Нормализация или закалка[1]	900–920 880–920	Воздух Масло		Не определяются					Поверхности 56–63	Сердцевины ≥ 229
	Отпуск	630–660	Воздух								
	Закалка	780–820	Масло								
	Отпуск	150–200	Воздух								

[1] Операция применяется для ответственных деталей сложной конфигурации с целью понижения устойчивости остаточного аустенита в цементованном слое, получения более высокой и равномерной твердости поверхности после закалки и низкого отпуска и уменьшения деформации.

[2] Механические свойства сердцевины ориентировочные и при изготовлении деталей не определяются.

Назначение. Шестерни, валы, червяки, кулачковые муфты, поршневые пальцы, оси и другие детали, к которым предъявляются требования высокой прочности, пластичности и вязкости сердцевины и высокой поверхностной твердости, работающие под действием ударных нагрузок или при отрицательных температурах.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
382	—	Закалка с 820°С в масле, отпуск при 200°С. $\sigma_{0,2}$ = 680 Н/мм², $\sigma_в$ = 960 Н/мм².	127	—	—	103	—	—	Пруток сечением 10 мм. Закалка 850°С, масло. Отпуск 200°С, 1 ч. 36 HRC.
338	230	$\sigma_{0,2}$ = 610 Н/мм², $\sigma_в$ = 730 Н/мм².	42	—	—	14	—	—	Газовая цементация 910°С, 3 ч. Закалка 810°С, масло. Отпуск 200°С, 1 ч. 57 HRC.

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Из слитков: Условия охлаждения	Из заготовок: Размер сечения, мм	Из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1220–800	До 800	Отжиг с перекристаллизацией, два переохлаждения, отпуск	До 100	На воздухе
Заготовка	1220–800			101–300	В яме

Свариваемость

Ограниченно свариваемая.
Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ.

Обрабатываемость резанием

В горячекатаном состоянии при 183–187 НВ и $\sigma_в$ = 590 Н/мм²
$K_{тр}$ = 1,25 (твердый сплав),
$K_{тр}$ = 0,95 (быстрорежущая сталь)

Флокеночувствительность

Чувствительна

Склонность к отпускной хрупкости

Склонна

Марка стали	Вид поставки
20ХН3А	Поковки — ГОСТ 8479–70. Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,17–0,24	0,17–0,37	0,30–0,60	≤ 0,025	≤ 0,025	0,60–0,90	2,75–3,15	—	—	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
730	810	615	700

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг		С печью	Свыше 5	Не определяются						≤ 255
	Закалка	820	Масло	До 80	735	930	12	55	108		—
				81–150	735	930	10	50	97		
	Отпуск	500	Вода или масло	Свыше 150	735	930	9	45	92		
ГОСТ 8479–70	Закалка	820	Масло	До 100	685	835	13	42	59		262–311
	Отпуск	500	Вода или масло								
ДП	Цементация	920–950		До 100[2]	685	880	11	50	69	Поверхности 58–62	Сердцевины ≥ 240
	Нормализация[1]	870–890	Воздух								
	Отпуск[1]	630–660	Воздух								
	Закалка	790–810	Масло								
	Отпуск	180–200	Воздух								

[1] Операции применяются для ответственных деталей сложной конфигурации с целью понижения устойчивости остаточного аустенита в цементованном слое, получения более высокой и равномерной твердости поверхности после закалки и низкого отпуска и уменьшения деформации.
[2] Механические свойства сердцевины ориентировочные и при изготовлении деталей не определяются.

Назначение. Шестерни, валы, втулки, силовые шпильки, болты, муфты, червяки и другие детали, к которым предъявляются требования высокой прочности, пластичности и вязкости сердцевины и высокой поверхностной твердости, работающие под действием ударных нагрузок или при отрицательных температурах.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	
382	—	Закалка с 820°С в масле, отпуск при 200°С, $\sigma_в$ = 960 Н/мм².
338	230	Закалка с 820°С в масле, отпуск при 500°С, $\sigma_в$ = 730 Н/мм².
421	—	Закалка с 800°С в масле, отпуск при 500°С, $\sigma_в$ = 945 Н/мм².

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
+ 20	0	– 20	– 40	– 50	– 60	
86	—	—	85	—	—	Сечение 10 мм. Закалка 850°С, масло. Отпуск 200°С.
167	—	—	83	73	—	Сечение 50 мм. Закалка 880°С, масло. Отпуск 560°С.
167	—	118	—	78	—	Сечение 220 мм. Закалка 880°С, масло. Отпуск 630°С.
196	—	122	100	—	86	Нормализация 860, воздух. Закалка 810°С, масло. Отпуск 600°С.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1220–800	До 800	Отжиг с перекристаллизацией, два переохлаждения, отпуск	До 100	На воздухе
Заготовка	1220–800			101–300	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КГ.	В горячекатаном состоянии при 177 НВ и $\sigma_в$ = 620 Н/мм² $K_т$ = 0,95 (твердый сплав), $K_т$ = 0,8 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
30ХН3А	Поковки — ГОСТ 8479–70. Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,27–0,33	0,17–0,37	0,30–0,60	≤ 0,025	≤ 0,025	0,60–0,90	2,75–3,15	—	—	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
700	760	610	680

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	800–820	С печью	Свыше 5	Не определяются					—	≤ 241
	Закалка	820	Масло	До 80	785	980	10	50	78		
	Отпуск	530	Вода или масло	81–150	785	980	8	45	70	—	—
				Свыше 150	785	980	7	40	66		
ГОСТ 8479–70	Закалка			До 100	590	735	14	45	59	—	235–277
	Отпуск										

Назначение. Венцы ведомых колес тяговых зубчатых передач электропоездов, шестерни и другие улучшаемые детали.

Может применяться при температуре минус 80°С (стенки толщиной не более 100 мм).

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
510	—	Закалка 830, масло. Отпуск 430. $\sigma_в$ = 1330 Н/мм².	79	—	—	75	73	—	Закалка с 820°С в масле, отпуск при 200°С
420	—	Закалка 830, масло. Отпуск 580. $\sigma_в$ = 950 Н/мм².	80	—	—	70	74	—	То же, отпуск при 250°С
480	—	$\sigma_в$ = 1050 Н/мм².	61	—	—	44	37	—	То же, отпуск при 300°С
372	—	$\sigma_в$ = 830 Н/мм².	51	—	—	37	27	—	То же, отпуск при 400°С
			123	—	—	87	72	—	То же, отпуск при 500°С
			192	—	—	182	179	—	То же, отпуск при 600°С

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1220–800			До 100	На воздухе
Заготовка	1220–800			101–300	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, ЭШ и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В закаленном и отпущенном состоянии при 346 НВ и $\sigma_в$ = 1030 Н/мм² K_v = 0,7 (твердый сплав), K_v = 0,3 (быстрорежущая сталь). В горячекатаном состоянии при 157 НВ и $\sigma_в$ = 550 Н/мм² K_v = 1,1 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна Склонность к отпускной хрупкости Склонна

Марка стали	Вид поставки
15Х2НМФА	Поковки — ТУ 108.765–78

Массовая доля элементов, %, по ТУ 108.765–78

C	Si	Mn	S	P	Co	Cr	Ni	Mo	As	Cu	V
0,13–0,18	0,17–0,37	0,30–0,60	≤ 0,020	≤ 0,020	≤ 0,03	1,80–2,30	1,00–1,50	0,50–0,70	≤ 0,04	≤ 0,30	По расчету 0,10–0,12

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
700–730	810–830	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 108.765–78	Закалка	900–920	Вода	400	490	608	15	55	Tк ≤ –10°С		
	Отпуск	640–680	Воздух	650	441	549	15	55	Tк ≤ 0°С		

Назначение. Корпус и крышки реакторных установок АЭС.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCV, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	t_{-1}		+20	0	–20	–40	–60	–80	
367,5	—	Закалка с отпуском	150–260	60–314	56–279	25–213	31–210	—	Закалка с отпуском
Мягкое нагружение, изгиб с вращением, база 10^7 циклов									

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1250–800		С печью		
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.	В закаленном и отпущенном состоянии при $\sigma_в$ = 608 Н/мм² K_v = 1,18 (твердый сплав), K_v = 0,85 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
15Х2НМФА–А, 15Х2НМФА класс 1	Поковки — ТУ 108.765–78.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 108.765–78

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Марка стали
0,13–0,18	0,17–0,37	0,30–0,60	≤ 0,012	≤ 0,010	1,80–2,30	1,00–1,50	15Х2НМФА–А
Mo	Sb	Cu	Pb	Sn	As	P+Sb+Sn	
0,50–0,70	≤ 0,005	≤ 0,08	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,010	≤ 0,015	
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Марка стали
0,13–0,18	0,17–0,37	0,30–0,60	≤ 0,012	≤ 0,010	1,80–2,30	1,00–1,30	15Х2НМФА класс 1
Mo	Sb	Cu	Pb	Sn	As	P+Sb+Sn	
0,50–0,70	≤ 0,005	≤ 0,08	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,010	≤ 0,015	

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1
700–730	810–830	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	HRC	НВ
					не менее						
ТУ 108.765–78	Закалка	900–920	Вода	400	490	608	15	55	Тк ≤ –25°С		
	Отпуск	640–680	Воздух								

Назначение. Обечайки активной зоны корпуса реактора АЭС.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCV, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	t_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
367,5	—	Закалка с отпуском	—	—	230	160	20	—	Закалка с отпуском
Малое нагружение, изгиб с вращением, база 10^7 циклов					270	220	210		

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1250–800		С печью		
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В закаленном и отпущенном состоянии при $\sigma_в$ = 608 Н/мм² $K_т$ = 1,18 (твердый сплав), $K_т$ = 0,85 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
12Х2Н4А	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,09–0,15	0,17–0,37	0,30–0,60	≤ 0,025	≤ 0,025	1,25–1,65	3,25–3,65	—	—	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
745	800	625	675

Механические свойства при комнатной температуре

ВД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отпуск	630–650	Воздух	Свыше 5	Не определяются					—	≤ 269
	Закалка I	860	Масло	До 80	930	1130	10	50	88		
	Закалка II	760–800	Масло	81–150	930	1130	8	45	79	—	—
	Отпуск	180	Воздух или масло	Свыше 150	930	1130	7	40	75		
ДЦ	Цементация Закалка	920–950 780–800	Масло	До 60*	930	1180	10	50	78	Поверхности 58–62	Сердцевины 255–302
	Отпуск	180–200	Воздух								

* Механические свойства сердцевины ориентировочные и при изготовлении деталей не определяются.

Назначение. Зубчатые колеса, валы, ролики, поршневые пальцы и другие крупные особо ответственные детали, к которым предъявляются требования высокой прочности, пластичности и вязкости сердцевины и высокой поверхностной твердости, работающие под действием ударных нагрузок или при отрицательных температурах.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N	
630	—	10^6	Закалка 860°С, масло. Закалка 780°С, масло. Отпуск 180°С. $\sigma_{0,2}$ = 1030 Н/мм², $\sigma_в$ = 1220 Н/мм².
421	—	10^6	Закалка 860°С. Закалка 780°С, масло. Отпуск 180°С. $\sigma_{0,2}$ = 980 Н/мм², $\sigma_в$ = 1180 Н/мм².
519	—	10^6	Нормализация 920°С, воздух. Закалка 810°С, масло. Отпуск 200°С. $\sigma_{0,2}$ = 1140 Н/мм², $\sigma_в$ = 1350 Н/мм².
676	—	10^6	Цементация 910°С. Закалка 790°С, масло. Отпуск 200°С. $\sigma_{0,2}$ = 930 Н/мм², $\sigma_в$ = 1180 Н/мм².

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
+20	0	–20	–40	–60	–80	
102	—	—	91	—	—	Закалка 850°С, масло. Отпуск 200°С, 1 ч. 39 HRC.
34	—	—	25	—	—	Газовая цементация 910°С (по 4-м граням), 3 ч. Закалка 810°С, масло. Отпуск 200°С, 1 ч. Глубина слоя 0,65 мм; 57 HRC поверхности.

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1220–850	До 50	На воздухе	До 100	На воздухе
Заготовка	1220–800	51–180	В колодце	101–300	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ.	После отпуска при 183–187 НВ $K_т$ = 1,25 (твердый сплав), $K_т$ = 0,95 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
20Х2Н4А	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71											Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,16–0,22	0,17–0,37	0,30–0,60	≤ 0,025	≤ 0,025	1,25–1,65	3,25–3,65	—	—	—	—	≤ 0,30	710	800	640	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	δ, % (не менее)	ψ, % (не менее)	KCU, Дж/см² (не менее)	HRC	НВ
ГОСТ 4543–71	Отпуск	630–650	Воздух	Свыше 5	Не определяются						≤ 269
	Закалка I	860	Воздух	До 80	1080	1270	9	45	78		
	Закалка II	780	Масло	81–150	1080	1270	7	40	70		—
	Отпуск	180	Воздух или масло	Свыше 150	1080	1270	6	35	66		
ДЦ	Цементация Нормализация или закалка[1] Отпуск Закалка Отпуск	920–950 900–920 880–920 630–660 780–820 150–200	Воздух Масло Воздух Масло Воздух	До 150[2]	835	1080	9	35	78	Поверхности 56–63	Сердцевины 321–420
	Цементация Закалка Отпуск	900–920 780–810 180–200	Воздух Масло Воздух	До 50[2]	1050	1230	12	45	118	Поверхности 56–63	Сердцевины ≤ 360

[1] Операция применяется для особо ответственных или сложной конфигурации деталей с целью понижения устойчивости остаточного аустенита в цементованном слое, получения более высокой и равномерной твердости поверхности после закалки и низкого отпуска и уменьшения деформации.
[2] Механические свойства ориентировочные и при изготовлении деталей не определяются.

Назначение. Шестерни, вал-шестерни, пальцы и другие особо ответственные высоконагруженные детали, к которым предъявляются требования высокой прочности, пластичности и вязкости сердцевины и высокой поверхностной твердости, работающие под действием ударных нагрузок или при отрицательных температурах.

Предел выносливости, Н/мм²		Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	KCU, Дж/см²	НВ	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С					Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}						+ 20	0	– 20	– 40	– 70	
617	372	150	1050	1225	118	360	147	—	147	157	—	Закалка 820°С, масло. Отпуск 500°С.
333	230	—	610	730	—	238						Закалка 880°С, масло. Закалка 780°С, масло. Отпуск 200°С.
382	—	—	680	960	—	322						Образцы из поковки:
421	—	—	850	940	—	—	65	—	61	63	62	продольные
							32	—	33	35	30	поперечные

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–800	До 500	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение	До 100	На воздухе
Заготовка	1200–800			101–350	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, ЭШ и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В состоянии после нормализации и отпуска 256 НВ, $\sigma_в$ = 880 Н/мм² K_v = 0,72 (твердый сплав), K_v = 0,63 (быстрорежущая сталь)	Сильно чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
25ХГСА	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71. Лист толстый — ГОСТ 11269–76.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	Cu
0,22–0,28	0,90–1,20	0,80–1,10	≤ 0,025	≤ 0,025	0,80–1,10	≤ 0,30	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
755	840	690	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	δ, % (не менее)	ψ, % (не менее)	KCU, Дж/см² (не менее)	HRC	HB
ГОСТ 4543–71	Отжиг			Свыше 5	Не определяются						≤ 217
	Закалка	880	Масло	До 80	835	1080	10	40	59		—
				81–150	835	1080	8	35	53		
	Отпуск	480	Вода или масло	Свыше 150	835	1080	7	30	50		
ГОСТ 11269–76	В состоянии поставки термообработанные			4–60	—	490–690	21	—	—		149–207
	Закалка	880	Масло	Образцы	—	1030	10	—	49		
	Отпуск	470–550	Вода или масло								
ДП	Закалка	890	Масло	Центральная зона							
	Отпуск	600	Вода	30	520	690	25	67	183		
				Центральная зона							
				80	400	630	24	67	186		
				Центральная зона							
				200	390	610	30	67	182		
				Приповерхностная зона							
				200	450	700	28	67	171		
	Закалка	890	Через воду в масло	Центральная зона							
	Отпуск	600	Вода	50	560	720	26	69	207		
				Центральная зона							
				120	440	660	26	67	225		
				Приповерхностная зона							
				120	550	720	21	67	198		
				Центральная зона							
				160	410	640	28	68	189		
				Приповерхностная зона							
				160	520	710	24	67	211		
				Центральная зона							
				200	390	630	29	66	183		
				Приповерхностная зона							
				200	510	710	25	63	154		
	Закалка	890	Масло	20–70	1320	1510	12	57	69	44	
	Отпуск	300			1200	1270	12	59	69	42	
		400			980	1080	17	60	127	35	
		500			730	830	20	67	196	25	
		600									

25ХГСА

Назначение. Оси, валы, шестерни, червяки, ходовые винты, шатуны, коленвалы, штоки и другие ответственные сварные и штамповочные детали, применяемые в улучшенном состоянии.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
534	—	10^7	Закалка. Отпуск 200°С. $\sigma_в$ = 1590 Н/мм²	183	—	160	132	78	—	Закалка 890°С, масло. Отпуск 600°С, воздух
500	—	10^7	Закалка. Отпуск 400°С. $\sigma_в$ = 1430 Н/мм²							
402	—	10^7	Закалка. Отпуск 600°С. $\sigma_в$ = 870 Н/мм²							

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–850				

Прокаливаемость

Твердость, HRC, на расстоянии от торца, мм (закалка 870 °С)

1,5	3,0	6,0	9,0	12,0	18,0	24,0	30,0	36,0	42
52,0	52,0	50,5	49,0	44,5	40,5	38,5	36,5	35,5	35

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Свривается без ограничений	При 228–262 НВ и $\sigma_в$ = 780–900 Н/мм² K_v = 0,8 (твердый сплав), K_v = 0,72 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
30ХГС, 30ХГСА	Поковки — ГОСТ 8479–70. Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71. Трубы — ГОСТ 8731–74, ГОСТ 8733–74. Лист — ГОСТ 11268–76, ГОСТ 11269–76

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71										Марка стали	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,28–0,35	0,90–1,20	0,80–1,10	≤ 0,035	≤ 0,035	0,80–1,10	≤ 0,30	—	—	≤ 0,30	30ХГС	760	830	670	705
0,28–0,34	0,90–1,20	0,80–1,10	≤ 0,025	≤ 0,025	0,80–1,10	≤ 0,30	—	—	≤ 0,30	30ХГСА				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	830–850	С печью	Свыше 5	Не определяются						≤ 229
	Закалка Отпуск	880 540	Масло Вода или масло	До 80 81–150 Свыше 150	835 835 835	1080 1080 1080	10 8 7	45 40 35	49/44[1] 44/40[1] 42/37[1]		—
ГОСТ 8479–70	Нормализация		Воздух	До 100[1]	395	615	17	45	59		187–229
	Закалка Отпуск	860–880 620–640	Масло Масло или вода	До 100 101–300	490 490	655 655	16 13	45 40	59 54		212–248
				До 100	540	685	15	45	59		223–262
				До 100 101–300	590 590	735 735	14 13	45 40	59 54		235–277
				До 100	640	785	13	42	59		248–293
				До 100	685	835	13	42	59		262–311
ГОСТ 8731–74	В состоянии поставки (термообработанные)				—	686	11	—	—		—
ГОСТ 8733–74	В состоянии поставки (термообработанные)				—	491	18	—	—		229
ГОСТ 11268–76	В состоянии поставки (термообработанные)			До 3,9	—	490–740	20	—	—		—
	Закалка Отпуск	880 480–570	Масло Масло	До 3,9	—	1080	10	—	—		—
ДЦ	Закалка Отпуск	860–880 200–250	Масло Воздух	До 30	1275	1470	7	40	—	42–50	—
	Закалка Отпуск	860–880 540–560	Масло Масло или вода	До 60	685	880	9	45	59		≥ 225

[1] Данные стали 30ХГС.

Назначение. Горны пильгерстанов, валы, оси, зубчатые колеса, тормозные ленты моторов, фланцы, корпуса обшивки, лопатки компрессорных машин, работающие при температуре до 200°С в условиях значительных нагружений, рычаги, толкатели, ответственные сварные конструкции, работающие при знакопеременных нагрузках, крепежные детали, работающие в условиях низких температур, и др.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
			+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
σ_{-1}	τ_{-1}								
696	—	Закалка с 870°С, отпуск при 200°С	69	—	55	41	34	23	Закалка с 880°С в масле, отпуск при 580–600°С, $\sigma_в$ = 1000 Н/мм².
637	—	Закалка с 870°С, отпуск при 400°С							
470	—	Закалка с 870°С, отпуск при 600°С							

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1240–800	До 50	В штабелях на воздухе	До 50	В штабелях на воздухе
		51–100	В ящиках		
Заготовка	1240–800	101–700	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение	51–100	В ящиках

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, Аф, ЭШ; рекомендуются подогрев и последующая термообработка; КТ – без ограничений.	В горячекатаном состоянии при 216–229 НВ и $\sigma_в$ = 780 Н/мм² K_v = 0,7 (твердый сплав), K_v = 0,5 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
30ХГСН2А (30ХГСНА)	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71. Лист тонкий — ГОСТ 11268–76. Лист толстый — ГОСТ 11269–76. Трубы — ОСТ 14–21–77.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71												Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,27–0,34	0,90–1,20	1,00–1,30	≤ 0,025	≤ 0,025	0,90–1,20	1,40–1,80	—	—	—	—	≤ 0,30	705	800	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжит или отпуск			Свыше 5	Не определяются						≤ 255
	Закалка	885–915	Масло	До 80	1375	1620	9	45	59		
	Отпуск	230–310	Воздух или масло	81–150	1375	1620	7	40	53		—
				Свыше 150	1375	1620	6	35	50		
ГОСТ 11268–76	В состоянии поставки (термообработанное)			До 3,9	—	590–830	19	—	—		—
	Закалка	900	Масло	До 3,9	—	1570	9	—	—		—
	Отпуск	200–300	Воздух								

Назначение. Шестерни, фланцы, кулачки, пальцы, валики, оси и другие ответственные тяжелонагруженные детали.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	0	− 20	− 40	− 60	− 80	
505	—	10^7	Нормализация 890°С. Закалка 890°С, масло. Отпуск 230°С. $\sigma_{0,2}$ = 1600 Н/мм², $\sigma_в$ = 1700 Н/мм²	220	—	120	—	80	—	Закалка 900°С, масло. Отпуск 650°С, выдержка 2,5 ч, масло.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1220–850	До 200	Отжит низкотемпературный	До 60	На воздухе в штабелях
Заготовка	1200–800			Свыше 60	Замедленное

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, ЭШ и КТ. Необходим подогрев и последующая термообработка.	В состоянии отжига при 217 НВ и $\sigma_в$ = 750 Н/мм² K_v = 0,85 (твердый сплав), K_v = 0,7 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
35ХГСА	Поковки — ГОСТ 8479–70. Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,32–0,39	1,10–1,40	0,80–1,10	≤ 0,025	≤ 0,025	1,10–1,40	≤ 0,30	—	—	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_1
760	830	670	705

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	840–860	С печью	Свыше 5	Не определяются						≤ 241
	Изотермическая закалка	880	В смеси калиевой и натриевой селитры при 280–310°С								
	Отпуск	280–310	Воздух								
	Закалка I	950	Масло	До 80	1275	1620	9	40	39		
	Закалка II	890	Масло	81–150	1275	1620	7	35	35		
	Отпуск	230	Воздух или масло	Свыше 150	1275	1620	6	30	33		
ГОСТ 8479–70	Закалка	880–900	Масло	До 100	640	785	13	42	59		248–293
					590	735	14	45	59		235–277
	Отпуск	600–650	Воздух	101–300	540	685	13	40	49		223–262
					490	655	13	40	54		212–248

Назначение. Фланцы, кулачки, пальцы, корпуса, лопатки компрессорных машин, работающие при температурах до 200°С, валики, рычаги, оси, валы, скобы, тормозные ленты, толкатели, винты, детали сварных конструкций и другие детали сложной конфигурации, работающие в условиях знакопеременных нагрузок, к которым предъявляются требования высокой или повышенной прочности и износостойкости.

Механические свойства в зависимости от сечения заготовки

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	HB	Термообработка
20	1000	1100	12	54	322	Закалка 880°С, масло. Отпуск 500°С, вода.
40	940	1080	11	50	310	
60	860	960	11	46	270	
40	810	970	14	58	280	Закалка 880°С, масло. Отпуск 600°С, вода.
60	780	880	13	58	250	

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С

+ 20	– 40	– 60	– 80	Термообработка
56	49	39	—	Закалка 880°С, масло. Отпуск 200°С, воздух.
—	49	39	—	Закалка 880°С, масло. Отпуск 300°С, воздух.
—	39	29	—	Закалка 880°С, масло. Отпуск 400°С, воздух.
—	62	53	—	Изотермическая закалка 880°С, селитра 300°С. Отпуск 300°С, 1 ч, воздух.
—	48	37	—	Изотермическая закалка 880°С, селитра 300°С. Отпуск 400°С, 1 ч, воздух.

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1200–800			До 100	На воздухе
Заготовка	1250–830			101–200	В мульде
				201–300	С печью

Свариваемость

Ограниченно свариваемая.
Способы сварки: РД, РАД, АФ. Рекомендуется подогрев и требуется последующая термообработка.
КТ – без ограничений.

Обрабатываемость резанием

В горячекатаном состоянии при ≤ 241 HB и $\sigma_в$ = 710 Н/мм²
K_v = 0,8 (твердый сплав),
K_v = 0,75 (быстрорежущая сталь)

Флокеночувствительность

Чувствительна

Склонность к отпускной хрупкости

Склонна

Марка стали	Вид поставки
20ХГНР	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71											Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Ti	B	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,16–0,23	0,17–0,37	0,70–1,00	≤ 0,035	≤ 0,035	0,70–1,10	0,80–1,10	—	≤ 0,06	0,001–0,005	≤ 0,30	740	830	650	725

Механические свойства при комнатной температуре

ВД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг или отпуск			Свыше 5	Не определяются						≤ 197
	Нормализация	930–950	Воздух	До 80	1080	1270	10	50	88		
	Закалка	780–830	Масло	81–150	1080	1270	8	45	79	—	—
	Отпуск	170–230	Воздух или масло	Свыше 150	1080	1270	7	40	75		
ДШ	Цементация	930–950		15	1360	1460	13	60	118		Сердцевина 340
				25	1310	1410	14	64	127		
	Закалка	830–850	Масло	50	1160	1260	13	64	127	Поверхности 56–62	
				75	1080	1140	12	60	127		321
	Отпуск[1]	170–230	Воздух	100	930	1040	17	66	127		302
				150	880	1040	17	50	108		286

[1] Механические свойства ориентировочные и при изготовлении деталей не определяются.

Назначение. Шестерни, червяки, кулачковые муфты, валики, пальцы, втулки и другие нагруженные детали, работающие в условиях ударных нагрузок.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
578	—	10^7	Нормализация с 930°С, закалка с 840°С, отпуск при 200°С; $\sigma_в$ = 1450 Н/мм²	61	60	61	62	60	61	Закалка с 860°С в масле, отпуск при 200°С, масло, 45 HRC
				125	130	110	120	117	89	Закалка с 860°С в масле, отпуск при 500°С, масло, 31 HRC

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1220–850	До 50	В штабелях на воздухе	До 50	В штабелях на воздухе
Заготовка	1180–850	51–200	Отжиг низкотемпературный	51–200	Отжиг низкотемпературный

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ.	После нормализации при 156–207 НВ K_v = 0,85 (твердый сплав), K_v = 0,75 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
38ХГН	Поковки — ГОСТ 8479–70. Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,35–0,43	0,17–0,37	0,80–1,10	≤ 0,035	≤ 0,035	0,50–0,80	0,70–1,00	—	—	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
725	830	600	690

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KT	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	830–850	С печью	Свыше 5	Не определяются						≤ 229
	Закалка Отпуск	835–865 520–620	Масло Вода или масло	До 80 81–150 Свыше 150	685 685 685	780 780 780	12 10 9	45 40 35	98 88 83		—
ГОСТ 8479–70	Закалка Отпуск	840–870 550–630	Вода или масло Воздух	До 100	590	735	14	45	59	590	235–277
				До 100 101–300	540 540	685 685	15 13	45 40	59 49	540 540	223–262
				До 100 101–300	490 490	655 655	16 13	45 40	59 54	490 490	212–248
				До 100 301–500	440 440	635 635	16 13	45 35	59 49	440 440	197–235
				101–300 301–500 501–800	395 395 395	615 615 615	15 13 11	40 35 30	54 49 39	395 395 395	187–229
				301–500 501–800	345 345	590 590	14 12	38 33	49 39	345 345	174–217
	Нормализация			До 100 501–800	345 315	590 570	18 11	45 30	59 29	345 315	174–217 167–207
	Закалка Отпуск	840–870 550–630	Вода или масло Воздух	301–500	315	510	12	30	29	315	167–207
ДЦ	Закалка Отпуск	850–870 180–200	Масло Воздух	До 40	1330	1470	7	30	—	HRC 48–52	—
	Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ отпуск при 180–200°С		Вода или эмульсия	—						HRC Поверхности ≥ 40	

Назначение. Валы, оси, зубчатые колеса, серьги, крепежные детали, различные детали экскаваторов и буровых машин и другие ответственные детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
440	—	Закалка 840°С, масло. Отпуск 580°С. $\sigma_в$ = 840 Н/мм².	98	—	70	63	46	—	Сечение 200 мм. Закалка через воду на воздухе и опять в воде (вода 2–4 мин, воздух 1–2 мин, вода 2–4 мин). Отпуск 620–640°С.
			178	—	169	127	92	—	Закалка 850°С. Отпуск 650°С.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–800	Поковки общего машиностроения до 1000	Отжиг низкотемпературный	До 250	На воздухе
Заготовка	1200–800			251–350	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	После закалки и отпуска при 187–236 НВ и $\sigma_в$ = 640 Н/мм² $K_т$ = 1,0 (твердый сплав), $K_т$ = 0,9 (быстрорежущая сталь)	Чувствительно
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
34ХН1М, 34ХН1МА	Поковки — ГОСТ 8479–70, ОСТ 108.958.04–85, ОСТ 108.961.05–80, ТУ 108.11.917–87, ТУ 108.1028–81, ТУ 108.1029–81, ТУ 108.17.1050–78, ТУ 24.11.004–89, ТУ 108.13.32–88.

Массовая доля элементов, %, по ОСТ 108.958.04–85									Марка стали	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu		Ac_1	Ac_3	Ar_2	Ar_1
0,30–0,40	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,030	≤ 0,030	1,30–1,70	1,30–1,70	0,20–0,30	≤ 0,30	34ХН1М	730	780	—	—
			≤ 0,025	≤ 0,025				≤ 0,30	34ХН1МА				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	КП	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 8479–70 ОСТ 108.958.04–85	Закалка Отпуск	850–870 560–640	Масло Печь или воздух	До 100	735	880	13	40	59	735	277–321
				До 100 101–300	685 685	835 835	13 12	42 38	59 49	685 685	262–311
				До 100 101–300	640 640	785 785	13 12	42 38	59 49	640 640	248–293
				101–300 301–500	590 590	735 735	13 12	40 35	49 44	590 590	235–277
				До 100 101–300 301–500	540 540 540	685 685 685	15 13 12	45 40 35	59 49 44	540 540 540	223–262
				101–300 301–500 501–800	490 490 490	655 655 655	13 12 11	40 35 30	54 49 39	490 490 490	212–248
				До 100 101–300 301–500 501–800	440 440 440 440	635 635 635 635	16 14 13 11	45 40 35 39	59 54 49 39	440 440 440 440	197–235
	Нормализация		Воздух	До 100 101–300	395 395	615 615	17 15	45 40	59 54	395 395	187–229
	Закалка Отпуск	850–870 560–640	Масло Печь или воздух	301–500	315	570	12	30	29	315	167–207
	Закалка Отпуск	850–870 560–640	Масло Печь или воздух	101–300[1]	785	930	11	35	49	785	293–331
ОСТ 108.961.05–80 ТУ 108.1028–81	Закалка Отпуск	850–870 560–640	Масло Печь или воздух	Роторы	490–687 589–785 687–883 462–687[4] 559–785[5] 667–834[6]	638 706 853 608 667 814	15 15 14 11 11 11	40 40 40 32 32 32	59 59 59 44 44 44	150[2] 150[3] 150[7] 120[4] 120[7] 120[8]	— — — — — —
				Диски	490–687[3] 589–785[1] 667–834[1]	657 765 814	15 14 12	40 40 40	49 49 49	150[2] 120[2] 120[2]	— — —
ТУ 108.1029–81	Закалка Отпуск	850–870 560–640	Масло Печь или воздух	Валы и роторы	638–834 638–834[5]	804 765	14 11	40 32	59 44	150[2] 120[2]	— —
ТУ 108.17.1050–78	Закалка			До 100 101–300 301–500	588–784 588–784 588–784	735 735 735	14 13 12	45 40 35	59 49 44	— — —	235–277
	Отпуск			До 100 101–300	686–833 686–833	833 833	13 12	42 38	59 49	— —	262–311
				До 150	686–833[1]	833	12	35	49	—	262–293
				До 100	735–882	882	13	40	59	—	277–321

34ХН1М, 34ХН1МА	Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KП	НВ
					не менее						
ТУ 108.11. 917–87	После предварительной термообработки			—	Не определяются					—	≤ 255
ТУ 108.13. 32–88	Закалка			801–1100	490	655	11	30	39	—	212–248
				1101–1500	490	655	10	30	34	—	
	Отпуск			801–1100	395	615	11	30	39	—	187–229
				1101–1500	395	615	10	30	34	—	

[1] Данные стали 34ХН1МА.
[2] Угол загиба, град.
[3] Образцы тангенциальные.

Назначение. Диски, валы, роторы турбин и компрессорных машин, валы экскаваторов, оси, муфты, шестерни, полумуфты, вал-шестерни, болты, силовые шпильки и др. особо ответственные высоконагруженные детали, к которым предъявляются высокие требования по механическим свойствам и работающие при температуре до 500°С.

Предел выносливости, Н/мм²		Азотирование	Термообработка	Механические свойства	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С				Сечение[4], мм	Термообработка
σ_{-1}	N				+ 20	– 20	– 40	– 60		
162	10^7	Без азотирования.	Нормализация с 870°С, воздух. Закалка с 860°С в масле. Отпуск 620–645°С, 6 ч, воздух.	240–280 НВ $\sigma_т$ = 595 Н/мм² $\sigma_в$ = 745 Н/мм² δ = 17% ψ = 48%	142	113	95	85	200	Закалка в воде купянием. Отпуск 620–640°С.
348	10^7	Азотирование на глубине 0,80 мм.			50	—	30	—	101–300	Закалка 850–870°С.
319	10^7	Азотирование + отпуск 510°С.			45	—	25	—	301–500	Отпуск 580–640°С.
230–265	10^7	Азотирование + правка.			[4] Место вырезки образца – 1/3 R.					

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1240–800	1. Поковки энергетического машиностроения 700–1000	1. Отжиг с перекристаллизацией (или нормализация), два переохлаждения, отпуск.	До 100	На воздухе
Заготовка	1240–780	2. Поковки энергетического машиностроения до 700 и общего машиностроения до 1000	2. Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение	101–350	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, ЭШ и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	После отжига при 210–230 НВ и $\sigma_в$ = 640 Н/мм² K_v = 0,8 (твердый сплав), K_v = 0,6 (быстрорежущая сталь)	Сильно чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода деминерализованная	300	—	1–2
Точечная	Вода деминерализованная	300	—	Подвержена

Марка стали	Вид поставки
30ХН2МА	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	Cu
0,27–0,34	0,17–0,37	0,30–0,60	≤ 0,025	≤ 0,025	0,60–0,90	1,25–1,65	0,20–0,30	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mn
730	775	—	—	340

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг			Свыше 5	Не определяются						≤ 241
	Закалка	860	Масло	До 80	785	980	10	45	78		
				81–150	785	980	8	40	70		—
	Отпуск	530	Воздух	Свыше 150	785	980	7	35	66		
ДЦ	Закалка Отпуск			100–300	540	685	13	40	49		223–262
	Закалка	850	Масло								
	Отпуск, 1 ч	200			1550	1750	10	60	125		
		300			1450	1600	13	62	90		
		400			1300	1400	11	60	100		
		500			1100	1200	15	65	125		
		600			900	1000	19	70	200		
	Нормализация	860	Воздух	40	900	1000	12	62	150	—	300
	Отпуск	680		80	800	930	13	63	140	—	275
	Закалка	850	Масло	120	700	850	15	62	120	—	250
	Отпуск	600–620	Вода	160	720	850	15	57	95	—	245
				200	600	800	16	55	80	—	240
				240	600	800	17	53	75	—	230

Назначение. Оси, валы, шестерни, звездочки, коленвалы, шатуны, ответственные болты, шпильки, диски и другие ответственные детали, работающие в сложных условиях нагружения при нормальных, пониженных и повышенных температурах.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	$\sigma_в$		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
456	230	1060	Закалка 850°С, выдержка 1,5 ч, масло.	—	—	—	—	—	—	
500	—	1800	Отпуск 560°С, 2 ч. $N = 10^7$.							

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1200–800		Замедленное. Для крупных сечений проводится антифлокенная обработка		
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.	При ≤ 241 НВ и $\sigma_в = 980$ Н/мм² $K_v = 0,63$ (твердый сплав), $K_v = 0,36$ (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
34ХН3М, 34ХН3МА	Поковки — ГОСТ 8479–70, ОСТ 108.958.04–85, ОСТ 108.961.05–80, ТУ 108.11.917–87, ТУ 108.17.1050–78, ТУ 108.11.889–87, ТУ 108.13.32–88, ТУ 108.1028–81, ТУ 108.1029–81.

Массовая доля элементов, %, по ОСТ 108.958.04–85									Марка стали	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_1
0,30–0,40	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,030	≤ 0,030	0,70–1,10	2,75–3,25	0,25–0,40	≤ 0,30	34ХН3М	720	790	—	490
			≤ 0,025	≤ 0,025				≤ 0,30	34ХН3МА				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	КП	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 8479–70 ОСТ 108.958.04–85	Нормализация	850–870	Воздух	До 100[1]	785	930	12	40	59	785	293–331
				До 100	735	880	13	40	59	735	277–321
				101–300	735	880	12	35	49	735	
				До 100	685	835	13	42	59	685	262–311
				101–300	685	835	12	38	49	685	
				301–500	685	835	11	33	39	685	
				101–300	640	785	12	38	49	640	248–293
	Закалка Отпуск			101–300[1]	785	930	11	35	49	785	293–331
				301–500	785	930	10	30	39	785	
				301–500	735	880	11	30	39	735	277–321
				501–800	735	880	—	—	—	735	
				501–800	685	835	10	30	39	685	262–311
				301–500	640	785	11	33	44	640	248–293
				501–800	640	785	10	30	39	640	
ОСТ 108.961.05–80 ТУ 108.1028–81	Закалка	850–870	Масло	Роторы	687–883	853	14	40	59	150[2]	—
	Отпуск	580–610	Печь или воздух		667–834[3]	814	11	32	44	120[2]	—
				Диски	667–834[3]	814	12	40	49	120[2]	—
ТУ 108.1029–81	Закалка	850–870	Масло	Валы и роторы	638–834	804	14	40	59	150[2]	—
	Отпуск	580–610	Печь или воздух		638–834[3]	765	11	32	44	120[2]	—
ТУ 108.17.1050–78	Закалка Отпуск			301–500	588–784	735	12	35	44		235–277
				501–800	588–784	735	10	30	39		
				301–500	686–833	833	11	33	39		262–311
				151–400	686–833[3]	833	12	35	49		262–293
				101–300	735–882	882	12	35	49		277–321
				До 100	784–931	931	12	40	59		293–331
				101–300	784–931	931	11	35	49		
ТУ 108.11.917–87	После предварительной термообработки			—	Не определяются					—	≤ 255

34ХН3М, 34ХН3МА	Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	КП	НВ
					не менее						
ТУ 108.11. 889–87	Термообработанные			250	883[1]	1010	12	30	39[4]		—
				300	784[1]	930	13	35	39[4]		—
				300	735[1]	883	13	35	49[4]		—
				350	686[1]	834	14	35	49[4]		—
				350	588[1]	735	14	40	49[4]		—
				350	490[1]	657	14	40	54[4]		—
ТУ 108.13. 32–88	Закалка			801–1100	590	735	10	30	39	—	235–277
				1101–1500	590	735	10	30	34		
	Отпуск			801–1100	490	655	11	30	39	—	212–248
				1101–1500	490	655	10	30	34		
ДЦ	Нормализация	850–880	Воздух	800–1100	490	640	14	30	39	—	187–229
—	Отпуск	560–650	Печь или воздух								

[1] Данные стали 34ХН3МА.

[2] Угол изгиба, град.

[3] Образцы тангенциальные.

[4] По ТУ 108.11.889–87 ударная вязкость KCV.

Назначение. Валы, роторы и диски паровых турбин и компрессорных машин, валы экскаваторов, оси, муфты, шестерни, полумуфты, вал–шестерни, болты, силовые шпильки и другие особо ответственные высоконагруженные детали, к которым предъявляются высокие требования по механическим свойствам и работающие при температуре до 500°С.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	t_{-1}	N		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
397	—	10^7	$\sigma_{0,2}$ = 850 Н/мм²[1]; $\sigma_в$ = 1010 Н/мм²; 293–311 НВ.	105	91	64	73	73	59	Закалка с 860°С в масле, отпуск при 610°С, заготовка сечением 300 мм.
358	—		Нормализация 850–870, воздух; $\sigma_{0,2}$ = 550 Н/мм²; $\sigma_в$ = 800 Н/мм²; 220–230 НВ.							
426	—		Закалка 840–860°С, масло. Отпуск 580–620°С; $\sigma_{0,2}$ = 840 Н/мм²; $\sigma_в$ = 980 Н/мм²; 290–310 НВ.							

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1240–800	Поковки общего и энергетического машиностроения: 1. До 600	1. Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение	До 100	На воздухе
Заготовка	1240–780	2. 601–1000	2. Отжиг с перекристаллизацией (или нормализация), два переохлаждения, отпуск	101–350	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, ЭШ и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В отожженном состоянии при 210–270 НВ и $\sigma_в$ = 640 Н/мм² K_v = 0,7 (твердый сплав), K_v = 0,5 (быстрорежущая сталь)	Сильно чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
38ХН3МА	Поковки — ГОСТ 8479–70. Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,33–0,40	0,17–0,37	0,25–0,50	≤ 0,025	≤ 0,025	0,80–1,20	2,75–3,25	0,20–0,30	—	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
720	790	300	315

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCT	НВ
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг или отпуск			Свыше 5	Не определяются						≤ 269
	Закалка Отпуск	835–865 540–640	Масло Воздух	До 80	980	1080	12	50	78		—
				81–150	980	1080	10	45	70		
				Свыше 150	980	1080	9	40	66		
ГОСТ 8479–70	Закалка	835–865	Масло	301–500	785	930	10	30	39	785	293–331
				301–500	735	880	11	30	39	735	277–321
	Отпуск	540–640	Воздух	501–800	685	835	10	30	39	685	262–311
				301–500	640	785	11	33	44	640	248–293
				501–800	640	785	10	30	39	640	
	Нормализация			101–300	735	880	12	35	49	735	277–321
				101–300	685	835	12	38	49	685	262–311
				301–500	685	835	11	33	39	685	

Назначение. Валы, оси, шестерни, муфты и другие крупные особо ответственные детали.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
549	—	10^5	Закалка. Высокий отпуск. $\sigma_{0,2}$ = 920 Н/мм².	100	—	—	97	95	95	Закалка 850°С, масло. Отпуск 550°С, вода.
461	—	10^6	Закалка. Высокий отпуск. $\sigma_{0,2}$ = 920 Н/мм².	135	—	—	137	138	133	Закалка 850°С, масло. Отпуск 650°С, вода.
431	294	$5 \cdot 10^6$	Закалка. Высокий отпуск. $\sigma_{0,2}$ = 920 Н/мм².							

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка	1200–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии ≤ 269 НВ K_v = 0,7 (твердый сплав), K_v = 0,5 (быстрорежущая сталь)	Повышенно чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
38Х2Н2МА (38ХНМА)	Поковки — ГОСТ 8479–70. Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,33–0,40	0,17–0,37	0,25–0,50	≤ 0,025	≤ 0,025	1,30–1,70	1,30–1,70	0,20–0,30	—	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
720	770	370	490

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	δ, % (не менее)	ψ, % (не менее)	KCU, Дж/см² (не менее)	КП	НВ
ГОСТ 4543–71	Отжиг или отпуск			Свыше 5	Не определяются					—	≤ 269
	Закалка	835–905	Масло	До 80	930	1080	12	50	78		
	Отпуск	550–610	Воздух или масло	81–150	930	1080	10	45	70	—	—
				Свыше 150	930	1080	9	40	66		
ГОСТ 8479–70	Закалка	870	Масло	До 100	785	930	12	40	59	785	293–331
	Отпуск	580	Воздух или масло	До 100	735	880	13	40	59	735	277–321
				501–800	440	635	11	30	39	440	197–235

Назначение. Валы, шестерни, шатуны, болты, шпильки и другие крупные особо ответственные тяжелонагруженные детали сложной конфигурации.

Механические свойства стали в зависимости от сечения заготовки[1]

Диаметр заготовки, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²	Термообработка
16	1000	1300	9	40	Закалка 870°С, масло. Отпуск 580°С, масло.
16–40	900	1100–1300	10	50	
40–100	800	1000–1200	11	60	
100–160	700	900–1100	12	60	
160–250	600	800–1000	12	60	

[1] Образцы вырезались из центра заготовки.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N	
363	—	$5 \cdot 10^6$	$\sigma_{0,2} = 880$ Н/мм².
300	—	$5 \cdot 10^6$	$\sigma_{0,2} = 520$ Н/мм², $\sigma_в = 720$ Н/мм².

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С				Сечение, мм	Термообработка
+20	0	–40	–50		
137	—	129	122	30	Закалка 860°С, масло. Отпуск 560°С, вода.
144	—	138	112	50	
150	—	93	85	80	
144	—	76	73	120	
66	—	34	—	200	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					Медленное
Заготовка	1200–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при 210 НВ и $\sigma_в = 650$ Н/мм² $K_v = 0,8$ (твердый сплав), $K_v = 0,6$ (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
14Х2Н3МА	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	Cu
0,12–0,17	0,17–0,37	0,30–0,60	≤ 0,025	≤ 0,025	1,50–1,75	2,75–3,15	0,20–0,30	—	≤ 0,30

Температуры критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1	Ms^1
725	730	—	—	335

[1] Температура нагрева 850°С

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг			Свыше 5	Не определяются						≤ 269
	Закалка	880	Масло	До 80	885	980	10	45	78	—	—
				81–150	885	980	8	40	70		
	Отпуск	180	Воздух	Свыше 150	885	980	7	35	66		

Назначение. Оси, валы, шестерни и другие крупные особо ответственные тяжелонагруженные детали, к которым предъявляются требования высокой прочности, вязкости, износостойкости, подвергающиеся высоким вибрационным и динамическим нагрузкам.

Сталь может применяться для деталей, работающих при температуре от – 70 до + 50°С.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–800	До 300	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение	До 350	В яме
Заготовка	1200–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и ЭШ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В состоянии после закалки и отпуска при 269 НВ и $\sigma_в$ = 980 Н/мм² K_v = 0,7 (твердый сплав), K_v = 0,6 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
38Х2Н3М	Поковки — НД НКМЗ.

Массовая доля элементов, %, по НД завода-изготовителя

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,35–0,42	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,035	≤ 0,030	1,00–1,50	2,75–3,25	0,30–0,40	—	—	—	≤ 0,25

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	t испытания, °С	НВ
					не менее						
ДП	Нормализация	850–870	Воздух	Поковки До 600[3]	835	980	11	—	—	20	269–321
	Отпуск	500–520	Печь		635	735	11	—	—	450	—
	Закалка	850–870	Масло	Поковки До 600[1]	980	1080	11	—	—	20	321–387
	Отпуск	510–540	Печь или воздух		735	835	12	—	—	450–470	—
					635	735	12	—	—	500	—
	Нормализация[2]	850–870	Воздух	Поковки До 1300	Не определяются						207–302
	Отпуск	580–620	Печь								

[1] Образцы тангенциальные.
[2] Режим термообработки для шевронных валов и других деталей.

Назначение. Особо ответственные крупные детали контейнеров с высокими требованиями по механическим свойствам при повышенных температурах, шевронные валы и т.д.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–800			До 100	На воздухе
Заготовка	1200–800			101–350	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при ≤ 269 НВ K_v = 0,7 (твердый сплав), K_v = 0,5 (быстрорежущая сталь)	Сильно чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода деминерализованная	300	—	1–2
Точечная	Вода деминерализованная	300	—	Повержена

Марка стали	Вид поставки
40ХН2МА (40ХНМА)	Поковки — ГОСТ 8479–70, ОСТ 108.958.04–85, ТУ 108.13.32–88. Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71.

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,37–0,44	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,025	≤ 0,025	0,60–0,90	1,25–1,65	0,15–0,25	—	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1
730	820	380	550

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	КП	НВ
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	820–840	С печью	Свыше 5	Не определяются						≤ 269
	Закалка Отпуск	835–865 570–670	Масло Вода	До 80 81–150 Свыше 151	930 930 930	1080 1080 1080	12 10 9	50 45 40	78 70 66		—
	Закалка Отпуск	835–865 570–670	Масло Масло	До 80 81–150 Свыше 151	835 835 835	980 980 980	12 10 9	55 50 45	98 88 83		—
ГОСТ 8479–70 ОСТ 108.958.04–85	Закалка Отпуск	840–860 550–650	Масло Вода или масло	До 100 101–300	785 785	930 930	12 11	40 35	59 49	785 785	293–331
				До 100 101–300	735 735	880 880	13 12	40 35	59 49	735 735	277–321
				101–300	685	835	12	38	49	685	262–311
				101–300 301–500	640 640	785 785	12 11	38 33	49 44	640 640	248–293
				101–300 501–800	590 590	735 735	13 10	40 30	49 39	590 590	235–277
				101–300 301–500	540 540	685 685	13 12	40 35	49 44	540 540	223–262
				301–500 501–800	490 490	655 655	12 11	35 30	49 39	490 490	212–248
				501–800	440	635	11	30	39	440	197–235

Назначение. Коленчатые валы, клапаны, шатуны, крышки шатунов, ответственные болты и силовые шпильки, шестерни, кулачковые муфты, диски турбокомпрессоров и другие тяжелонагруженные детали сложной конфигурации, работающие при динамических нагрузках, к которым предъявляются требования высокой прочности при достаточной пластичности и вязкости.
Сталь теплоустойчива до 450°С.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
447	274	Закалка с 850°С в масле, отпуск при 580°С, $\sigma_в$ = 880 Н/мм². Сечение 100 мм.	103	—	—	93	59	—	Закалка с 860°С в масле, отпуск при 580°С.
392	235	Закалка с 850°С в масле, отпуск при 610°С, $\sigma_в$ = 795 Н/мм². Сечение 400 мм.							

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1220–800	До 800	Отжиг с перекристаллизацией, два переохлаждения, отпуск	До 80	Отжиг с перекристаллизацией, два переохлаждения, отпуск
Заготовка	1220–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В горячекатаном состоянии при 228–235 НВ и $\sigma_в$ = 560 Н/мм² K_v = 0,7 (твердый сплав), K_v = 0,4 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода деминерализованная	300	—	1–2
Точечная	Вода деминерализованная	300	—	Подвержена

Марка стали	Вид поставки
40Х2Н2МА (40ХНМА)	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71. Поковки — ГОСТ 8479–70.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo[1]	V	W	Ti	Cu
0,35–0,42	0,17–0,37	0,30–0,60	≤ 0,025	≤ 0,025	1,25–1,65	1,35–1,75	0,20–0,30	—	—	—	≤ 0,30

[1] Допускается полная или частичная замена молибдена вольфрамом из расчета: три массовые части вольфрама заменяют одну массовую часть молибдена.

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
740	805	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг или отпуск			Свыше 5	Не определяются						≤ 255
	Закалка	855–885	Масло	До 80	930	1080	10	45	78		
	Отпуск	550–650	Вода или масло	81–150	930	1080	8	40	70		—
				Свыше 151	930	1080	7	35	66		
ГОСТ 8479–70				До 100	735	880	13	40	59		277–321
	Закалка Отпуск	850–890 550–650	Масло Воздух	301–500	640	785	11	33	44		248–293
				301–500	590	735	12	35	44		235–277

Назначение. Коленчатые валы, шатуны, анкерные шпильки и другие тяжелонагруженные ответственные детали дизелей. Детали автомобилестроения и станкостроения.

Сталь имеет низкую коррозионную стойкость.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
520	—	10^6	Закалка 890°С. Отпуск 580°С, вода. $\sigma_{0,2}$ = 1080 Н/мм²; $\sigma_в$ = 1200 Н/мм².	50	—	41	36	35	—	Закалка 880°С, масло. Отпуск 200°С, масло.
				139	—	122	128	125	—	Закалка 820°С, масло. Отпуск 600°С, вода.
				120	—	—	105	85	—	$\sigma_{0,2}$ = 780 Н/мм²; $\sigma_в$ = 970 Н/мм²; δ_5 = 20%; ψ = 61%.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–800			До 100	На воздухе
Заготовка	1200–800			101–350	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В горячекатаном состоянии при ≤ 255 НВ и $\sigma_в$ = 770 Н/мм² K_v = 0,7 (твердый сплав), K_v = 0,4 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
18Х2Н4МА	Поковки — ГОСТ 8479–70, ОСТ 108.958.04–85. Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu
0,14–0,20	0,17–0,37	0,25–0,55	≤ 0,025	≤ 0,025	1,35–1,65	4,00–4,40	0,30–0,40	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_3	Ac_1	Ar_1	Ar_3
700	810	350	400

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг или отпуск			Свыше 5	Не определяются						≤ 269
	Закалка I	935–965	Воздух	До 80	835	1130	12	50	98		
	Закалка II	845–875	Воздух	81–150	835	1130	10	45	88		—
	Отпуск или	170–230	Воздух или масло	Свыше 150	835	1130	9	40	83		
	Отпуск	500–600	Воздух или масло	15	785	1030	12	50	118		—
ГОСТ 8479–70	Закалка	860–880	Масло	До 100	785	930	12	40	59		293–331
	Отпуск	525–575	Воздух	101–300	735	880	12	35	49		277–321
				301–500	685	835	11	33	39		262–311
ДП	Нормализация[1]	920–960	Воздух	—	590	780	—	60	—		197–269
	Отпуск	630–680	Воздух								
	Цементация	920–950									
	Нормализация или	900–950	Воздух								
	Закалка[2]	900–950	Масло	До 80[3]	1275	1375	12	—	88	Поверхности ≥ 56	Сердцевины 321–400
	Отпуск (двойной)	630–650	Воздух								

[1] Режим для улучшения обрабатываемости резанием.
[2] Операция применяется при обработке крупных деталей сложной конфигурации для понижения устойчивости остаточного аустенита в цементованном слое, получения более равномерной твердости с поверхности после закалки и отпуска и уменьшения деформации.
[3] Механические свойства сердцевины ориентировочные и при изготовлении деталей не определяются.

Назначение. Коленчатые валы, шестерни, валы-шестерни, и др. крупные особо ответственные тяжелонагруженные детали, к которым предъявляются требования высокой прочности, вязкости, износостойкости, подвергающиеся высоким вибрационным и динамическим нагрузкам. Сталь может применяться для деталей, работающих при температуре от –70 до +450°С.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N	
540	—	$5 \cdot 10^6$	Закалка 850°С, масло. Отпуск 180°С, $\sigma_{0,2}$ = 1070 Н/мм², $\sigma_в$ = 1360 Н/мм².
475	—	$5 \cdot 10^6$	Закалка 850°С, масло. Отпуск 400°С. $\sigma_{0,2}$ = 1140 Н/мм²; $\sigma_в$ = 1220 Н/мм².
540	228	$5 \cdot 10^6$	$\sigma_в$ = 1270 Н/мм².
470	226	$5 \cdot 10^6$	$\sigma_в$ = 910 Н/мм².
696	—	—	$\sigma_{0,2}$ = 1110 Н/мм²; $\sigma_в$ = 1230 Н/мм²; 383 НВ.
774	—	—	$\sigma_{0,2}$ = 1180 Н/мм²; $\sigma_в$ = 1300 Н/мм²; 404 НВ.

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С					Термообработка
+ 20	0	– 20	– 40	– 60	
143	—	134	130	114	Закалка 850°С, воздух. Отпуск 170°С, воздух.
108	—	—	88	—	Закалка 880°С, масло. Отпуск 560°С. $\sigma_в$ = 1310 Н/мм².

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1200–800	До 300	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение	До 350	В яме
Заготовка	1200–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и ЭШ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В состоянии после закалки и отпуска при 277–321 НВ и $\sigma_в$ = 880 Н/мм²: $K_т$ = 0,7 (твердый сплав), $K_т$ = 0,6 (быстрорежущая сталь)	Сильно чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
35ХН1М2ФА	Поковки — ОСТ 108.961.05–80, ГОСТ 8479–70, ТУ 108.1028–81.

Массовая доля элементов, %, по ОСТ 108.961.05–80											Температура критических точек, °С				
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu	Ac_3	Ac_{1c}	Ar_3	Ar_1	Mn
0,32–0,40	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,022	≤ 0,025	1,30–1,70	1,30–1,70	0,40–0,60	0,10–0,20	—	—	≤ 0,25	750	820	—	—	300

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Угол изгиба, град.	НВ
					не менее						
ГОСТ 8479–70	Закалка Отпуск			501–800	640	785	10	30	39	—	248–293
ОСТ 108.961.05–80	Закалка Отпуск	—	—	Роторы	638–834 638–834[1]	804 765	14 11	40 32	59 44	150 120	—
				Диски	667–834[1]	814	12	40	49	120	—
ТУ 108–1028–81	Закалка Отпуск	850–870 570–640	Масло С печью или на воздухе	До 450[1]	680–850	830	12	40	50	—	—
ДД	Закалка Отпуск	850–870 570–640	Масло Воздух	До 300 301–500	785 735	930 880	11 11	35 30	49 39	— —	293–331 277–321

[1] Образцы тангенциальные.

Назначение. Диски паровых турбин, роторы, оси, валы, и другие особо ответственные крупные детали с высокими требованиями к механическим свойствам.

Прокаливаемость

Структурные составляющие	Критический диаметр, мм: в воде	в масле	Твердость HRC	Расстояние от охлаждаемого торца, мм
Мартенсит	80	—	51–54	200
Бейнит	—	500		

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных: из слитков: Размер сечения, мм	Условия охлаждения	из заготовок: Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–800	Поковки турбинных дисков, колес и покрышек до 600	Отжиг низкотемпературный, одно нерекристаллизационное	До 100	На воздухе
Заготовка	1200–800			101–350	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В состоянии закалки и отпуска при $\sigma_в$ = 804 Н/мм²: K_v = 0,7 (твердый сплав), K_v = 0,4 (быстрорежущая сталь); при $\sigma_в$ = 765 Н/мм²: K_v = 0,87 (твердый сплав), K_v = 0,53 (быстрорежущая сталь)	Сильно чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
25Х2НМФА	Поковки — ТУ 108-995-81, ТУ 108.1082-82.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 108-995-81

C	Si	Mn	S[1]	P[1]	Cr	Ni	Mo	V	Cu
0,23–0,27	0,17–0,35	0,40–0,70	≤ 0,015	≤ 0,015	1,80–2,20	1,30–1,60	0,40–0,60	0,05 по расчету	≤ 0,25

[1] Сумма содержания серы и фосфора не более 0,035.

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
760	820	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Угол загиба, град	НВ
					не менее						
ТУ 108-995-81	Закалка I	910–920	Вода	До 1800	520–687[2]	657	16	45	59	150	270
	Закалка II	880–890	Вода								
	Отпуск	630–650	С печью до 400°С, далее на воздухе		520–687[3]	657	14	40	49	120	
ТУ 108.1082-82	Закалка	—	—	—	520–687[3]	657	14	40	59	120	270
	Отпуск										

[2] Образцы продольные.

[3] Образцы тангенциальные.

Назначение. Диски и хвостовики сварных роторов паровых турбин тепловых и атомных электростанций.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Ковки		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					В яме
Заготовка	1200–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, ЭШ с подогревом и последующей термообработкой.	В состоянии нормализации и отпуска при 270 НВ и $\sigma_в$ = 650 Н/мм² K_v = 1,0 (твердый сплав), K_v = 0,6 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Умеренная

Марка стали	Вид поставки
30ХН2МФА	Поковки — ГОСТ 8479–70. Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,27–0,34	0,17–0,37	0,30–0,60	≤ 0,025	≤ 0,025	0,60–0,90	2,00–2,40	0,20–0,30	0,10–0,18	≤ 0,30	720	830	365	555

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	δ, % (не менее)	ψ, % (не менее)	KCU, Дж/см² (не менее)	HRC	HB
ГОСТ 4543–71	Отжит			Свыше 5	Не определяются						≤ 269
	Закалка	860	Масло	До 80	785	880	10	40	88		—
				81–150	785	880	8	35	79		
	Отпуск	680	Воздух	Свыше 150	785	880	7	30	75		
ГОСТ 8479–70	Закалка			100–300	490	655	13	40	54		212–248
	Отпуск			300–500	490	655	12	35	49		212–248
ДЦ	Закалка	850	Масло	15	1470	1710	11	50	58	48	—
	Отпуск	200	Воздух								
ДЦ				Центральная зона							
	Закалка	860	Масло	20	680	940	16	58	140		
	Отпуск (выдержка 1,5 ч)	680	Воздух	Центральная зона							
				60	740	900	20	65	170		
				Приповерхностная зона							
				60	790	890	19	66	170		
	Закалка	860	Масло								
	Отпуск	200			1460	1650	8	51	68	49	
		300			1400	1550	8	55	54	47	
		400			1310	1410	9	56	64	43	
		500			1190	1230	10	58	93	39	

Назначение. Цельнокованые роторы, диски, детали редукторов, болты, шпильки и другие ответственные детали турбин и компрессорных машин.

Критический диаметр, мм: в воде	в масле	Критическая твердость, HRC	Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С: +20	0	–20	–40	–60	–80	Термообработка
60	—	44–50	Закалка 860°С.	68	—	—	60	56	—	Закалка 860°С, отпуск 200°С.
				55	—	—	50	46	—	Закалка 860°С, отпуск 300°С.
—	60	36–51	Закалка 860°С.	62	—	—	53	50	—	Закалка 860°С, отпуск 400°С.
				82	—	—	70	61	—	Закалка 860°С, отпуск 500°С.

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Условия охлаждения	из заготовок: Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–800		Замедленное		
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, ЭШ. Необходимы подогрев и последующая термообработка	В отожженном состоянии при ≤ 269 НВ и $\sigma_в$ = 880 Н/мм² K_v = 0,5 (твердый сплав)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
25ХН3МФА	Поковки — ТУ 108.11.917–87, ТУ 108.11.943–87, ТУ 108.11.945–87.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 108.11.917–87

C	Si	Mn	S	P	Cu	Cr	Ni	Mo	V
0,20–0,25	≥0,37	0,25–0,50	≤ 0,020	≤ 0,020	≤ 0,30	1,40–1,80	3,00–3,75	0,30–0,50	0,08–0,15

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
720	820	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	σ_{-1}, Н/мм²	НВ
					не менее						
ТУ 108.11.917–87	После предварительной термообработки			—	Не определяются					—	≤ 255
ТУ 108.11.943–87	После окончательной термообработки			Валы	490[1]	640	16	45	69	255	—
					490	640	17	50	78	—	—
					490[2]	640	15	40	59	—	—

[1] Образцы тангенциальные.

[2] Образцы радиальные.

[3] По ТУ 108.11.943–87 критическая температура хрупкости $T_{K0} \le +20$°С, коэффициент интенсивности напряжений $K_{1C} = 2940$ Н/мм$^{3/2}$.

Назначение. Валы роторов турбогенераторов.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка	1200–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, ЭШ с подогревом и последующей термообработкой.	После термической обработки ≤ 255 НВ $K_v = 1,0$ (твердый сплав), $K_v = 0,66$ (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Умеренная

Марка стали	Вид поставки
35ХН3МФА	Поковки — ОСТ 108.961.05–80, ТУ 108.11.910–87, ТУ 108.11.889–87, ТУ 108.11.923–87.

Массовая доля элементов, %										НД	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,30–0,39	0,17–0,37	0,25–0,50	≤ 0,022	≤ 0,025	1,10–1,40	2,75–3,25	0,30–0,40	0,08–0,15	≤ 0,20	ОСТ 108.961.05–80	730	770	—	—
0,30–0,36	≤ 0,37	0,20–0,40	≤ 0,020						≤ 0,30	ТУ 108.11.910–87				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	Угол изгиба, град.	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ОСТ 108.961.05–80	Закалка	—	—	Роторы	678–834	804	14	40	59[2]	150	—
	Отпуск	—	—		678–834[4]	804	12	30	49[2]	120	—
ТУ 108.11.910–87	Закалка	—	—	Валы	636[1]	735	15	30	49[2]	—	
	Отпуск	—	—		636	735	16	40	78[3]	—	
ТУ 108.11.889–87	Термообработанные			250	883[1]	1010	12	30	39	—	—
				300	784[1]	930	13	35	39	—	—
				300	735[1]	883	13	35	49		
				350	686[1]	834	14	35	49		
				350	588[1]	735	14	40	49		
				350	490[3]	657	14	40	54		

35ХН3МФА	Механические свойства при комнатной температуре											
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	σ_{-1}, Н/мм²	K_{1C}, Н/мм$^{3/2}$
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 108.11. 923–87	Закалка	—	—	Валы роторов	637[1]	735	45	16	58,8	≥ 264	—
					666–813	764	45	16	58,8	≥ 304	—
					666–813[2]	764	45	16	58,8	≥ 304	—
	Отпуск	—	—		637	735	50	17	68,6	≥ 264	≥ 4110
					666–813	764	50	17	68,6	≥ 304	≥ 3921
					666–813[2]	764	50	17	68,6	≥ 304	≥ 3921
					637	735	45	16	58,8	—	—
					666–813	764	45	16	49,0	—	—
					666–813[1]	764	45	16	49,0	—	—
				Валы маховиков	637[3]	735	45	16	58,8	≥ 264	—
					637	735	50	17	68,6	≥ 264	≥ 4110
					637	735	45	16	58,8	—	—

[1] Образцы тангенциальные.

[2] По ОСТ 108.961.05–80 и ТУ 108.11.910–87 ударная вязкость KCU.

[3] По ТУ 108.11.923–87 критическая температура хрупкости $T_{кр} \le +15$°C.

Назначение. Валы и роторы газовых турбин и компрессоров, кованые заготовки для комплектующих деталей к роторам турбогенераторов.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	− 20	− 40	− 60	− 80	
314	—	Закалка с 850–860°C в масле, отпуск при 620–630°C.	98	69	59	59	59	—	Закалка с 850°C в масле, отпуск при 620°C.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °C	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–800			До 100	На воздухе
Заготовка	1200–800			101–350	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	После закалки и отпуска при 346 НВ и $\sigma_в$ = 800 Н/мм² K_v = 0,68 (твердый сплав), K_v = 0,6 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
26ХН3М2ФА	Поковки — ТУ 108.1343–85, ТУ 108.11.889–87.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 108.1343–85										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1
0,25–0,30	≤ 0,10	0,30–0,60	≤ 0,015	≤ 0,015	1,30–1,70	3,40–3,80	0,50–0,70	0,12–0,18	≤ 0,20	725	800	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	Угол изгиба, град.	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 108.1343–85	Термообработанные			Роторы без канала	588,4–755,1[2]	706,1	15	40	78,45	120	
					588,4–755,1[1]	706,1	15	40	78,45	150	
				Роторы с каналом	764,9–902,2[2]	833,6	14	40	49	120	
					764,9–902,2[1]	833,6	14	40	58,8	120	
	Без термообработки	—	—		539,4–755,1[1]	637,4	14	35	58,8	120	
ТУ 108.11.889–87	Термообработанные			250	883[2]	1010	12	30	39	—	
				300	784[2]	930	13	35	39	—	
				300	735[2]	883	13	35	49	—	
				350	686[2]	834	14	35	49	—	
				350	588[2]	735	14	40	49	—	
				350	490[2]	657	14	40	54	—	

[1] Образцы продольные.

[2] Образцы тангенциальные.

Назначение. Заготовки цельнокованых роторов, кованые заготовки для комплектующих деталей к роторам турбогенераторов.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+20	0	–20	–40	–60	–80	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка	1200–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, ЭШ и КТ. Требуется подогрев и последующая термообработка.	В термообработанном состоянии при ≤ 269 НВ и $\sigma_в$ = 850 Н/мм² K_v = 0,7 (твердый сплав), K_v = 0,5 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
30ХН3М2ФА	Поковки — ОСТ 108.961.05–80, ТУ 108.1028–81.

Массовая доля элементов, %, по ОСТ 108.961.05–80

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu
0,26–0,32	0,17–0,37	0,20–0,50	≤ 0,022	≤ 0,025	1,20–1,70	3,00–3,50	0,40–0,65	0,10–0,20	≤ 0,25

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
725	800	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Угол изгиба, град	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ОСТ 108.961.05–80	Закалка Отпуск			Роторы, диски	687–834[1]	834	12	35	59	120	—
ТУ 108.1028–81	Закалка Отпуск	850–870 580–650	Масло Печь или воздух	Диски до 500	664–833[1]	815	12	40	49	120	277–321

[1] Образцы тангенциальные.

Назначение. Роторы и диски паровых и газовых турбин.

Прокаливаемость			Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
Термообработка	Твердость HRC	Расстояние от охлаждаемого торца, мм	+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
Закалка на воду	50,5	200	50	—	—	30	—	—	Закалка 850–870°С. Отпуск 580–650°С.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					Замедленное до 150°С с последующим отпуском
Заготовка	1200–900				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ. Необходим подогрев и последующая термообработка.	В стоянии закалки и отпуска при ≤ 269 НВ и $\sigma_в$ = 850 Н/мм² K_v = 0,7 (твердый сплав), K_v = 0,5 (быстрорежущая сталь)	Сильно чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
12Х21НВФА	Лист тонкий — ГОСТ 11268–76.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 11268–76

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,09–0,16	0,17–0,37	0,30–0,70	≤ 0,025	≤ 0,025	1,90–2,40	0,80–1,20	—	0,18–0,28	1,00–1,40	—	≤ 0,25

Температуры критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	φ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 11268–76	В умягченном или нормализованном состоянии			До 3,9	—	490–740	15 δ_{10} 11	—	—	—	—
	Закалка	910	Масло	До 3,9	—	1030	10	—	—	—	—
	Отпуск	490–550	Воздух								

Примечания: 1. Для листов толщиной до 0,9 мм включительно величина δ не нормируется.
2. Для листов, поставляемых в нормализованном состоянии, допускается увеличение временного сопротивления на 49 Н/мм² при соблюдении норм по относительному удлинению.

Назначение. Различные детали, изготовляемые методом холодной штамповки.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ.	—	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
36Х2Н2МФА (36ХН1МФА)	Поковки — ГОСТ 8479–70, ТУ 108.13.32–88. Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Cu
0,33–0,40	0,17–0,37	0,25–0,50	≤ 0,025	≤ 0,025	1,30–1,70	1,30–1,70	0,30–0,40	0,10–0,18	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1
740	780	300	400

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCT	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	800–820	С печью	Свыше 5	Не определяются						≤ 269
	Закалка	835–865	Масло	До 80	1080	1180	12	50	78		—
	Отпуск	550–650	Воздух	81–150	1080	1180	10	45	70		
				Свыше 150	1080	1180	9	40	66		
ГОСТ 8479–70	Закалка	830–860	Масло	101–300	785	930	11	35	49	785	293–331
				301–500	785	930	10	30	39	785	
	Отпуск	550–650	Воздух	301–500	735	880	11	30	39	735	277–321
				501–800	685	835	10	30	39	685	262–311
				501–800	640	785	10	30	39	640	248–293
ТУ 108.13.32–88	Закалка	—	—	801–1100	490	655	11	30	39		212–248
	Отпуск			1101–1500	490	655	10	30	34		

Назначение. Шестерни, валы, муфты, оси и другие крупные особо ответственные детали, зубчатые колеса, торсионные валы, гребные винты, роторы турбин.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+20	0	–20	–40	–60	–80	
			78	—	71	64	53	48	Закалка 850°С, масло. Отпуск 550°С, воздух.
			110	—	101	90	74	66	Закалка 850°С, масло. Отпуск 600°С, воздух.

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1180–780			1. До 50 2. 51–700 (кроме турбинных дисков) 3. Турбинные диски до 450	1. В ящиках 2. Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение 3. Нормализация, два переохлаждения, отпуск
Заготовка	1240–780				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В состоянии нормализации и отпуска при 331 НВ и $\sigma_в$ = 930 Н/мм² K_v = 0,6 (твердый сплав), K_v = 0,35 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
38ХН3МФА	Поковки — ГОСТ 8479–70, ОСТ 108.958.04–85, ТУ 108.1029–81, ТУ 108.13.32–88, ТУ 108.11.889–87, ТУ 108.11.910–87. Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71, ТУ 108.11.853–87.

Массовая доля элементов, %										НД	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu		Ac_3	Ac_1	Ar_1	Ar_3
0,33–0,40	0,17–0,37	0,25–0,50	≤ 0,025	≤ 0,025	1,20–1,50	3,00–3,50	0,35–0,45	0,10–0,18	≤ 0,30	ГОСТ 4543–71	725	775	250	300
0,34–0,42	≤ 0,37	0,25–0,55	≤ 0,022	≤ 0,025	1,20–1,50	3,00–3,40	0,35–0,45	0,10–0,20	≤ 0,25	ТУ 108.1029–81				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	КП	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	—	—	Свыше 5	Не определяются						≤ 269
	Закалка Отпуск	850 600	Масло Воздух	До 80 81–150 Свыше 150	1080 1080 1080	1180 1180 1180	12 10 9	50 45 40	78 70 66		—
ГОСТ 8479–70 ОСТ 108.958.04–85	Закалка Отпуск	840–860 580–640	Масло Воздух	101–300 301–500	785 785	930 930	11 10	35 30	49 39	785 785	293–331
	Нормализация			До 100	785	930	12	40	59	785	293–331
	Закалка Отпуск	840–860 580–640	Масло Воздух	501–800	735	880	—	—	—	735	277–321
	Нормализация			101–300	735	880	12	35	49	735	277–321
	Закалка Отпуск	840–860 580–640	Масло Воздух	501–800	685	835	10	30	39	685	262–311
	Нормализация			101–300 301–500	685 685	835 835	12 11	38 33	49 39	685 685	262–311
	Закалка Отпуск	840–860 580–640	Масло Воздух	501–800	640	785	10	30	39	640	248–293
ТУ 108.1029–81	Закалка Отпуск	840–860 580–640	Масло Воздух	Валы и роторы	638–834 638–834[1] 667–834 667–834[1]	804 765 834 834	14 11 14 10	40 32 40 30	59 44 59 44	150[1] 120[1] 150[1] 120[1]	—
ТУ 108.13.32–88	Закалка Отпуск	—	—	801–1100 1101–1500	590 590	735 735	10 10	30 30	39 34	—	235–277 235–277
ТУ 108.11.889–87	Термообработанные			250 300 300 350 350 350	883[1] 784[1] 735[1] 686[1] 588[1] 490[1]	1010 930 883 834 735 657	12 13 13 14 14 14	30 35 35 35 40 40	39[2] 39[2] 49[2] 49[2] 49[2] 54[3]	— — — — — —	— — — — — —

[1] Образцы тангенциальные.
[2] По ТУ 108.11.889–87 ударная вязкость KCV.
[3] Угол изгиба, град.

Назначение. Валы и роторы паровых турбин и другие особо ответственные тяжелонагруженные детали, детали компрессорных машин.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	0	− 20	− 40	− 60	− 80	
412	—	$5 \cdot 10^6$	Закалка. Высокий отпуск. $\sigma_{0,2} = 1030$ Н/мм².	90	—	85	78	70	—	Закалка 850°С, масло. Отпуск 600°С, воздух.
500	—	$2 \cdot 10^5$	Закалка 870°С, 1 ч, масло. Отпуск 700–720°С, 2 ч. $\sigma_в = 980$ Н/мм².	83	—	71	63	57	—	Закалка 850°С, масло. Отпуск 550°С, воздух.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–780	До 100	В яме	До 100	В яме
Заготовка	1180–780	> 100	Отжиг низкотемпературный	> 100	Отжиг низкотемпературный

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В закаленном и отпущенном состоянии при ≤ 331 НВ и $\sigma_в$ = 835 Н/мм² $K_v = 0,7$ (твердый сплав), $K_v = 0,5$ (быстрорежущая сталь)	Повышенно чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
20ХН4ФА	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71											Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,17–0,24	0,17–0,37	0,25–0,55	≤ 0,025	≤ 0,025	0,70–1,10	3,75–4,15	—	0,10–0,18	—	≤ 0,30	710	750	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	δ, % (не менее)	ψ, % (не менее)	KCU, Дж/см² (не менее)	НКС	НВ
ГОСТ 4543–71	Отжиг или отпуск			Свыше 5	Не определяются						≤ 269
	Закалка Отпуск	835–865 580–680	Масло Вода	До 80	685	880	12	50	98		—
				81–150	685	880	10	45	88		
				Свыше 150	685	880	9	40	83		
ЛД	Закалка	870	Вода								
	Отпуск	200	Масло		1200	1500	12	58	90		
	Отпуск	400	Масло	—	1150	1300	13	62	90		
	Отпуск	600	Масло		990	1040	16	65	120		

Назначение. Клапаны впуска, болты, шпильки, и другие ответственные детали, работающие в коррозионной среде при повышенных температурах (300–400°С). Детали большой вязкости и прокаливаемости (для диаметров).

Предел выносливости, Н/мм²			Состояние стали		Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	+20	0	– 20	– 40	– 50	– 80	
480	—	10^6	980	1020	100	—	60	—	80	71	Закалка 870°С, вода. Отпуск 200°С, масло.
500	—	10^6	1030	1070	110	—	79	—	72	63	Закалка 870°С, вода. Отпуск 400°С, масло.
					116	—	82	—	70	60	Закалка 870°С, вода. Отпуск 600°С, масло.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток				Более 40	Замедленно
Заготовка	1200–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Необходимы подогрев и последующая термообработка. Способы сварки: РД, РАД, АФ, ЭШ и КТ.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 256 НВ и $\sigma_в$ = 880 Н/мм² K_v = 0,72 (твердый сплав), K_v = 0,63 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
38Х2МЮА (38ХМЮА)	Поковки — ГОСТ 8479–70, ОСТ 108.958.04–85. Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Al	W	Ti	Cu
0,35–0,42	0,20–0,45	0,30–0,60	≤ 0,025	≤ 0,025	1,35–1,65	≤ 0,30	0,15–0,25	0,70–1,10	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
800	865	665	740

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	σ_b, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Отжиг	840–870	С печью	Свыше 5	Не определяются						≤ 229
	Закалка	940	Вода или масло	До 80	835	980	14	50	88		
				81–150	835	980	12	45	79		
	Отпуск	640	Вода или масло	Свыше 150	835	980	11	40	75		—
ГОСТ 8479–70	Закалка		Масло или вода	100–300	590	735	13	40	49		235–277
	Отпуск		Воздух								
ОСТ 108.958.04–85	Закалка	930–950	Масло или вода	100	735	880	13	40	59		277–321
	Отпуск	640–680	Воздух	300	590	735	13	40	49		235–277
ДЦ	Закалка	930–950	Масло или вода	До 60	880	1030	18	52	—		250–300
	Отпуск	640–680	Воздух	61–100	730	880	10	45	59		—
				101–200	590	780	10	45	59		—
	Закалка	930–950	Масло или вода	Пруток До 60	880	1030	18	—	88	Поверхности HV 850–1050	Сердцевины 260–269
	Отпуск	640–680	Воздух или масло								
	Азотирование	520–540	С печью до 100–150°С								

Назначение. Штоки клапанов паровых турбин, работающие при температуре до 450°С, гильзы цилиндров двигателей внутреннего сгорания, иглы форсунок, тарелки букс, распылители, пальцы, плунжеры, распределительные валки, шестерни, шпиндели, валы, втулки и другие детали.

Дополнительные данные. Сталь склонна к обезуглероживанию, теплоустойчива до 500°С.

Улучшение перед азотированием проводится с целью повышения прочности сердцевины, взамен которого допускается нормализация с 930–950°С и отпуск при 600–650°С.

Для уменьшения деформации при азотировании детали перед окончательным шлифованием (до азотирования) подвергаются стабилизирующему отпуску при 620–650°С с охлаждением в печи до 400°С далее на воздухе.

После азотирования сталь коррозионно-стойка в атмосферных условиях, в воде и водяных парах.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка	Прокаливаемость
σ_{-1}	τ_{-1}	N		
441–470	—	10^7	Закалка с 940°С в масле, отпуск при 640°С.	При охлаждении в воде критический диаметр ~ 70 мм; в масле ~ 45 мм.
608–617	—	—	Закалка с 940°С в масле, азотирование при 500°С в течение 48 ч.	

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1240–800	1. До 50 2. 51–100	1. В штабелях на воздухе 2. В ящиках	До 50	В штабелях на воздухе В ящиках
Заготовка	1240–800	3. 101–700	3. Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение	51–100	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В закаленном и отпущенном состоянии при 240–277 НВ и $\sigma_в$ = 800 Н/мм² K_v = 0,75 (твердый сплав), K_v = 0,55 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
12МХ	**Сортовой прокат** — ГОСТ 20072–74. **Листы** — ТУ 14–1–642–73, ТУ 108.1263–84. **Поковки** — ТУ 108.17.1050–78. **Трубы** — ГОСТ 550–75.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 20072–74

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Fe	Ti	Al	Cu
0,09–0,16	0,17–0,37	0,40–0,70	≤ 0,025	≤ 0,030	0,40–0,70	≤ 0,30	0,40–0,60	—	основа	—	—	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 550–75	Закалка	900–930	Воздух или вода	ø 19–219	245	412	21	45	69	—	≤ 156
	Отпуск	700–730	Воздух	s 1,5–25							
ГОСТ 20072–74	Нормализация	910–930	Воздух	До 90	235	410	21	45	59	—	≤ 217
	Отпуск	670–690	Воздух	От 91 до 150	235	410	19	40	53	—	≤ 217
				От 151 и выше	235	410	18	35	50	—	≤ 217
ТУ 108.1263–84	Закалка	900–950	Вода	От 20 до 60	235	441	19	35	49	—	—
	Отпуск	600–680	Воздух								
	Нормализация	900–950	Воздух		235	392	19	35	49	—	—
	Отпуск	600–680	Воздух								
	Закалка или закалка с прокатного нагрева	900–950	Вода	От 61 до 130	235	441	18	32	49	—	—
	Отпуск	600–680	Воздух								
	Нормализация	900–950	Воздух	От 61 до 130	216	392	18	32	49	—	—
	Отпуск	600–680	Воздух								

12МХ

Назначение. Трубы пароперегревателей, трубопроводов и коллекторных установок высокого давления, детали цилиндров газовых турбин, поковки для паровых котлов и паропроводов.

Трубы подвергаются контролю гидравлическим давлением, испытанию на сплющивание, раздачу и МКК.

Сталь теплоустойчивая перлитного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+20	0	−20	−40	−60	−80	

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч	Жаростойкость			
	Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
	Окалиностойкая до 500–550°С. Температура интенсивного окалинообразования 570°С.			

Чувствительность к охрупчиванию при старении		
Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		186
2000	480	181
2000	540	176

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода деминерализованная	300	1000	1–2
Точечная	Вода деминерализованная	300	1000	Подвержена
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная				

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1260–800				
Заготовка	1260–750				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °С			
		Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 138 НВ и $\sigma_в$ = 470 Н/мм². K_v = 1,6 (твердый сплав), K_v = 1,4 (быстрорежущая сталь)	723	885	803	715

Марка стали	Вид поставки
15ХМ	Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71. Поковки — ГОСТ 8479–70, ТУ 108.17.1050–78. Трубные заготовки — ТУ 14–1–1529–93, ТУ 14–1–2560–78. Трубы — ТУ 108–754–78.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Fe	W	Ti	Al	Cu
0,11–0,18	0,17–0,37	0,40–0,70	≤ 0,035	≤ 0,035	0,80–1,10	≤ 0,30	0,40–0,55	основа	—	—	—	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Нормализация	880	Воздух	До 80	275	440	21	55	118	—	≤ 179
				От 81 до 150	275	440	19	50	106	—	≤ 179
	Отпуск	650	Воздух	От 151 и выше	275	440	18	45	100	—	≤ 179
ГОСТ 8479–70	Нормализация			До 100	195	390	26	55	59	—	111–156
				101–300	195	390	23	50	54		
				До 100	215	430	24	53	54	—	123–167
				101–300	215	430	20	48	49		
				До 100	245	470	22	48	49	—	143–179
				101–300	245	470	19	42	39		
				До 100	275	530	20	40	44	—	156–197
				101–300	275	530	17	38	34		
				301–500	275	530	15	32	29		
				До 100	315	570	17	38	39	—	167–207
				До 100	345	590	18	45	59	—	174–217
				101–300	345	590	17	40	54		
	Закалка Отпуск			До 100	395	615	17	45	59	—	187–229
				До 100	440	635	16	45	59	—	197–235
				До 100	490	655	16	45	59	—	212–248

Назначение. Трубы паропроводов и пароперегревателей для работы при температуре 500–550°С, фланцы, трубные решетки и другие детали нефтеперерабатывающего машиностроения, работающие при температуре от – 40 до + 560°С под давлением.
Сталь теплоустойчивая перлитного класса.

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		265

Не склонна к отпускной хрупкости

Жаростойкость

Среда	t, °C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Окалиностойкая до 500–550°С			

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода деминерализованная	300	1000	1–2
Точечная	Вода деминерализованная	300	1000	Подвержена
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная				

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °C	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1260–800	До 200	В ящике или отжиг низкотемпературный.	До 200	На воздухе
Заготовка	1260–750	201–700	Низкотемпературный отжиг	201–700	Отжиг низкотемпературный

Свариваемость

Сваривается без ограничений.
Способы сварки: РД, РАД, АФ, КТ.
Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием

В нормализованном и отпущенном состоянии при 138 НВ и $\sigma_в$ = 470 Н/мм²
K_v = 1,6 (твердый сплав).
K_v = 1,4 (быстрорежущая сталь)

Температура критических точек, °C

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
740	875	—	—

Марка стали	Вид поставки
20ХМ	Сортовой прокат — ГОСТ 1051–73, ГОСТ 4543–71. Поковки трубных заготовок — ТУ 108.11.653–82.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Fe	Ti	Al	Cu
0,15–0,25	0,17–0,37	0,40–0,70	≤ 0,035	≤ 0,035	0,80–1,10	≤ 0,30	0,15–0,25	—	основа	—	—	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	Закалка	880	Вода или масло	До 80	590	780	12	50	88	—	≤ 179
				От 81 до 150	590	780	10	45	79	—	≤ 179
	Отпуск	500	Воздух	От 151 и выше	590	780	9	40	75	—	≤ 179

Назначение. Поковки диафрагм паровых турбин и другие детали, предназначенные для работы при температурах до 500°С.
Сталь теплоустойчивая перлитного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч	Жаростойкость: Среда	t, °C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
	Окалиностойкая до 500°С			

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Образцы	Время, ч	t, °C	KCU, Дж/см²
Тангенциальные	Исходное состояние		147
	1000	470	147
	1000	520	172
Радиальные	Исходное состояние		175
	1000	470	191
	1000	520	172

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода деминерализованная	300	1000	2
Точечная	Вода деминерализованная	300	1000	Подвержена
Коррозионное растрескивание	Вода деминерализованная	300	1000	Не подвержена
Межкристаллитная	Не определяется			

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °C	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1220–800	Поковки всех размеров ответственного назначения	Отжиг с перекристаллизацией, два переохлаждения, отпуск.	До 200	На воздухе
Заготовка	1220–800	остальные	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение.		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °C			
		Ac_3	Ac_1	Ar_1	Ar_3
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В закаленном и отпущенном состоянии при ≥ 179 НВ и $\sigma_в$ = 470 Н/мм²: K_v = 0,9 (твердый сплав), K_v = 0,53 (быстрорежущая сталь)	743	818	704	746

Марка стали	Вид поставки
12Х1МФ (ЭИ 575)	**Сортовой прокат** — ГОСТ 20072–74. **Трубная заготовка** — ТУ 108.11.653–82, ТУ 108–938–80, ТУ 14–1–1529–93, ТУ 14–1–2560–78. **Трубы** — ТУ 108–754–78, ТУ 14–3–825–79, ТУ 14–3–341–75. **Лист** — ТУ 108–1273–84, ТУ 14–1–687–73, ТУ 14–1–1584–75. **Прутки** —ТУ 14–1–1397–75. **Поковки** — ТУ 108.17.1050–78.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 20072–74

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Fe	V	Ti	Al	Cu
0,10–0,15	0,17–0,37	0,40–0,70	≤ 0,025	≤ 0,030	0,90–1,20	≤ 0,30	0,25–0,35	основа	0,15–0,30	—	—	≤ 0,20

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 20072–74	Нормализация[1]	960–980	Воздух	До 90	255	470	21	55	98	—	≤ 217
				От 91 до 150	255	470	19	50	88	—	≤ 217
	Отпуск	700–750	Воздух	От 151 и выше	255	470	18	45	83	—	≤ 217

[1] Для труб с толщиной стенки более 15 мм при нормализации применяется индивидуальное охлаждение.

Назначение. Трубопроводы, трубы пароперегревателей и коллекторов высокого и сверхвысокого давления для работы при температуре 570–585°С.

Сталь теплоустойчивая перлитного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	
220		Симметричный цикл нагружения при 480°С

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		176
3000	600	235
5000	625	245

Жаростойкость

Продукты сгорания топлива	t, °С	Глубина коррозии[1], мм	База испытаний, ч
Экибастузский уголь	580	0,8	5000
	620	1,7	5000
Назаровский уголь	580	0,26	5000
	620	0,5	5000
Мазут	580	0,6	10000
	620	1,25	10000
Природный газ	580	0,3	5000
	620	0,8	5000

[1] Экстраполяция на 100000 ч.

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода деминерализованная	300	1000	1–2
Точечная	Вода деминерализованная	300	1000	Подвержена
Коррозионное растрескивание	Вода деминерализованная	300	1000	Не подвержена
Межкристаллитная				

Технологические характеристики

Ковка

Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С
Слиток	1240–800
Заготовка	1240–780

Охлаждение поковок, изготовленных

из слитков: Размер сечения, мм	из слитков: Условия охлаждения	из заготовок: Размер сечения, мм	из заготовок: Условия охлаждения
Поковки энергетического машиностроения до 700	Отжиг низкотемпературный, одно охлаждение.	До 50 51–100 Турбинные заготовки 500–650	В штабелях В ящиках Низкотемпературный отжиг

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °С			
		$Ac_в$	Ac_1	Ar_1	$Ar_в$
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КГ. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном и отпущенном состоянии при ≥ 138 НВ и $\sigma_в$ = 470 Н/мм²: K_v = 1,5 (твердый сплав), K_v = 1,35 (быстрорежущая сталь)	740–780	880–900	720–740	820–850

Марка стали	Вид поставки
12Х1МФ–ПВ	**Трубы** — ТУ 14–3–1952–94. **Трубная заготовка** — ТУ 14–1–5271–94.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14–1–5271–94

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V
0,11–0,15	0,17–0,37	0,40–0,70	0,002–0,015	0,002–0,015	0,9–1,2	≤ 0,15	0,25–0,35	0,15–0,30
Cu	**N**	**As**	**Zn**	**Pb**	**Sn**	**Al**	**Bi**	**Sb**
≤ 0,15	0,002–0,012	≤ 0,010	0,0005–0,0040	0,0003–0,0040	0,0005–0,0040	0,002–0,009	0,0001–0,0030	0,0005–0,0030

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ТУ 14–3–1952–94	Нормализация с отпуском			ø 57–168 s 3,5–28	295–430	460–590	22 19[1]	58 52[1]	98 78[1]		—
ТУ 14–1–5271–94	Нормализация Отпуск			90–160	295 295–430[1]	470–590 470–590[1]	22 19[1]	58 52[1]	98 78[1]		

[1] Поперечные образцы.

Назначение. Трубы поверхностей нагрева ТЭС.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и ЭШ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка. КТ – без ограничений.	—	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
13Х1МФ (14Х1ГМФ, ЦГ1)	Листы ТУ 108.11.787–84. Трубы — ТУ 14–3–639–77. Трубная заготовка — ТУ 14–1–2182–77, ТУ 108.11.786–84.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14–3–639–77

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Al	Cu	V
0,10–0,15	0,17–0,37	0,65–0,90	≤ 0,025	≤ 0,025	1,10–1,40	≤ 0,25	0,50–0,65	≤ 0,01	≤ 0,25	0,25–0,35

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
770–819	905–975	755–815	855–908

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Изгиб	НВ
					не менее						
ТУ 14–3–639–77	Нормализация	970–1000	Воздух	ø 219–465	294	490–657	16	45	39	—	
	Отпуск	730–760	Воздух	s 40–75							
ТУ 108.11.787–84	Нормализация	970–1000	Воздух	Лист 28–65	315	490	15	45	39	d=2a	
	Отпуск	740–760	Воздух								
ТУ 14–1–2182–77	Нормализация	970–1000	Воздух	Заготовки кованые ø 370–650	314	490–638	16	45	39		
	Отпуск	740–760	Воздух								
ТУ 108.11.786–84	Нормализация	970–1000	Воздух	ø 630–750	315	490–680	18	50	39		
	Отпуск	730–750	Воздух	s 55–80							

Назначение. Трубопроводы ТЭС.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1240–800	До 600	Отжиг или высокий отпуск	До 600	На подике
Заготовка	1240–780				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, ЭШ и КТ.	В нормализованном и отпущенном состоянии при в $\sigma_в$ = 580 Н/мм² K_v = 1,1 (твердый сплав), K_v = 0,8 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
15Х1М1Ф	**Трубные заготовки** — ТУ 14-1-1529-93, ТУ 14-1-1787-76, ТУ 14-1-2560-76, ТУ 108-938-80, ТУ 108-1267-84. **Трубы** — ТУ 14-3-460-75. **Поковки** — ГОСТ 8479-70, ТУ 108.17.1050-78. **Листы** — ТУ 108.11.888-87. **Прутки** — ТУ 14-1-2055-77. **Поковки трубных заготовок** — ТУ 108.11.653-82.

Массовая доля элементов, %, по ТУ-14-3-460-75

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Fe	Al	Cu
0,10–0,15	0,17–0,37	0,40–0,70	≤ 0,025	≤ 0,025	1,10–1,40	≤ 0,25	0,90–1,10	0,20–0,35	—	основа	—	≤ 0,25

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 8479-70	Закалка			500–800	275	530	13	30	29	—	156–197
	Отпуск			500–800	345	590	12	33	39	—	174–217
				100–300	395	615	15	40	54	—	187–229
ТУ-14-1-1529-93	Нормализация	970–1000	Воздух	От 100 до 300	314	490–686	18[1] / 16	50[1] / 45	49[1] / 39	—	—
	Отпуск	730–760	Воздух								
ТУ-14-3-460-75	Нормализация	970–1000	Воздух	ø 57–460 s 20–60	314	490–686	18[1] / 16	50[1] / 45	49[1] / 39	—	—
	Отпуск	730–760	Воздух								
ТУ-108.11.888-87	Нормализация	970–1000	Воздух	От 28 до 140	294	490	15	45	39 KCV 34	—	—
	Отпуск	730–760	Воздух								
ТУ-108-1267-84	Закалка	930–950	Масло	До 250	314	490–686	20	50	44	—	—
	Отпуск	721–740	Воздух								

[1] Числитель – образцы продольные, знаменатель – образцы поперечные.

Назначение. Трубы и различные детали, работающие при температуре до 575°С.
Сталь теплоустойчивая перлитного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		147–235
40000	550	176–191
50000	565	175
30000	600	179

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Воздух	600	0,194	3000
	625	0,264	5000
	650	0,413	5000

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода деминерализованная	300	1000	1–2
Точечная	Вода деминерализованная	300	1000	Подвержена
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная				

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Из слитков: Условия охлаждения	Из заготовок: Размер сечения, мм	Из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1240–800	До 700	Отжиг, низкотемпературный, одно переохлаждение.	До 50	В штабелях на воздухе
Заготовка	1240–780			51–100	В ящиках

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °С			
		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном и отпущенном состоянии при ≥ 200 НВ K_v = 1,1 (твердый сплав), K_v = 0,8 (быстрорежущая сталь)	770–819	905–975	755–815	855–908

Марка стали	Вид поставки
12Х2МФСР	Трубы — ТУ 14–3–460–75. Трубные заготовки — ТУ 14–1–1569–93.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14–3–460–75

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Fe	Ti	Al	Cu	B
0,08–0,15	0,40–0,70	0,40–0,70	≤ 0,025	≤ 0,025	1,60–1,90	≤ 0,25	0,50–0,70	0,20–0,35	основа	—	—	≤ 0,25	0,002–0,005

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 14–3–460–75	Нормализация	970–1000	Воздух	s от 10 до 465	274	470	21	—	59	—	217
	Отпуск	750–780	Воздух	s от 2 до 60							

Трубы подвергаются контролю гидравлическим давлением, испытанию на сплющивание, раздачу на МКК.

Назначение. Паропроводные и пароперегревательные трубы установок высокого и сверхвысокого давления, детали, работающие при температуре до 585°С.

Сталь теплоустойчивая перлитного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		279
5000	560	291
5000	580	279
5000	610	282
5000	650	262

Жаростойкость

Продукты сгорания топлива	t, °C	Глубина коррозии[1], мм	База испытаний, ч
Экибастузский уголь	580	0,51	5000
	620	1,20	5000
Мазут	580	0,80	10000
	620	1,40	10000
Природный газ	580	0,40	5000
	620	0,85	5000

[1] Экстраполяция на 100000 ч.

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода деминерализованная	300	1000	1
Точечная	Вода деминерализованная	300	1000	Подвержена
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная				

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °C	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °C			
		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ. Рекомендуется подогрев и необходима последующая термообработка.	В нормализованном и отпущенном состоянии при ≥ 217 НВ и $\sigma_в$ = 470 Н/мм² K_v = 1,85 (твердый сплав), K_v = 1,18 (быстрорежущая сталь)	775–825	865–925	715–765	770–820

Марка стали	Вид поставки
25Х1МФ (ЭИ 10)	Сортовой прокат — ГОСТ 20072–74, ТУ 14–1–5037–91. Поковки — ГОСТ 8479–70. Прутки для крепежных деталей — ТУ 14–1–552–72, ТУ 14–1–1397–75.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 20072–74

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Fe	Al	Cu
0,22–0,29	0,17–0,37	0,40–0,70	≤ 0,025	≤ 0,030	1,50–1,80	≤ 0,30	0,25–0,35	0,15–0,30	—	основа	—	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{т.2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 8479–70	После окончательной термообработки			До 100	490	655	16	45	59	—	212–248
				До 100	590	735	14	45	59	—	235–277
ГОСТ 20072–74	Закалка	880–900	Масло	До 90	735	880	14	50	59	—	≤ 229
				От 91 до 150	735	880	12	45	49	—	≤ 229
	Отпуск	640–660	Воздух	От 151 и выше	735	880	11	40	44	—	≤ 229

Назначение. Трубы и различные детали, работающие при температуре до 540°С, болты, шпильки, плоские пружины и другие крепежные детали, работающие при температуре от 40 до 510°С.

Сталь теплоустойчивая перлитного класса.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t отпуска, °C			Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		600	630	660	
372–470	—	$5 \cdot 10^6$	Закалка 940°С, масло, отпуск 640°С	78	78	127	

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч	Жаростойкость: Среда	t, °C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
> 1	Окалиностойкая до 500°С			

Чувствительность к охрупчиванию при старении: Время, ч	t, °C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		88–98
6000	450	44
6000	500	51–56

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода деминерализованная	320	1000	2
Точечная	Вода с [Cl⁻] 200 мг/кг	320	1000	Поврежена
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная	Не определяется.			

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °C	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Условия охлаждения	из заготовок: Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1220–850	До 60	В штабелях на воздухе	До 60	В штабелях на воздухе
Заготовка	1180–850	61–200	Отжиг низкотемпературный	61–200	Отжиг низкотемпературный

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °C: Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ.	В нормализованном и отпущенном состоянии при ≤ 290 НВ и $\sigma_в$ = 780 Н/мм² K_v = 0,7 (твердый сплав), K_v = 0,25 (быстрорежущая сталь)	760	840	685	760

Марка стали	Вид поставки
25Х1М1Ф (Р2, Р2МА)	Поковки — ГОСТ 8479–70, ОСТ 108.961.05–80. Заготовки валов и роторов — ТУ 108.1029–81.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 108.1029–81

C	Si	Mn	S[1]	P[1]	Cr	Ni	Mo	V	Cu
0,21–0,29	≤ 0,37	0,30–0,60	≤ 0,022	≤ 0,025	1,50–1,80	≤ 0,40	0,90–1,05	0,22–0,32	≤ 0,25

[1] Сумма S и P должна быть не более 0,04%.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Угол загиба, град	НВ
					не менее						
ГОСТ 8479–70	Нормализация			До 100	440	635	16	45	59	—	197–235
				100–300	440	635	14	40	54		
	Закалка Отпуск			100–300	490	655	13	40	54	—	212–248
				До 100	540	685	15	45	59	—	223–262
				100–300	590	735	13	40	49	—	235–277
ОСТ 108.961.05–80	Нормализация	970–980	Воздух	—	608–736	716	16[1]/13	40[1]/35	39[1]	180[2]/150	—
	Отпуск	680–700	Воздух								
ТУ 108.1029–81	Нормализация	950–960	Воздух	—	409–667	618	16[1]/13	40[1]/35	39[1]/44	180[2]/150	—
	Отпуск	670–700	Воздух								

[1] Числитель – образцы продольные, знаменатель – образцы поперечные.

Назначение. Валы и цельнокованые роторы стационарных и транспортных паровых турбин из слитков весом до 106 т (категории прочности КП 60 по ТУ 108.1029–81) и другие детали, работающие при температуре до 525°С.
Сталь теплоустойчивая перлитного класса.

Предел выносливости, Н/мм², при 20°С			Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
461	—	10^7	Нормализация 1040°С. Отпуск 650°С, 6 ч.							

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч	Жаростойкость: Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
	Окалиностойкая до 500°С			

Чувствительность к охрупчиванию при старении: Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		59–118
10000	500	78–98
10000	550	64–74

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода деминерализованная	320	1000	2
Точечная	Вода деминерализованная	320	1000	Подвержена
Коррозионное растрескивание	Вода деминерализованная	320	1000	Не подвержена
Межкристаллитная	Не определяется.			

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1240–800	До 250	В штабелях на воздухе	До 50	В штабелях на воздухе
		51–100	В ящиках		
Заготовка	1240–780	101–700	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение	51–100	В ящиках

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °С: Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В закаленном и отпущенном состоянии при 240–260 НВ и $\sigma_в$ = 960 Н/мм² K_v = 0,7 (твердый сплав)				

Марка стали	Вид поставки
25Х2М1Ф (ЭИ 723)	Сортовой прокат — ТУ 14-1-5037-91. Поковки — ГОСТ 8479-70.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14-1-5037-91

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu
0,22–0,29	0,17–0,37	0,40–0,70	≤ 0,025	≤ 0,030	2,10–2,60	≤ 0,30	0,90–1,10	0,30–0,50	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	$T_{кл}$	НВ
					не менее						
ГОСТ 8479-70	Нормализация			От 101 до 300	490	655	16	45	59	—	212–248
	Закалка. Отпуск			От 101 до 300	590	735	13	40	49	—	235–277
	Нормализация			До 100	685	835	13	42	59	—	262–311
	Закалка. Отпуск			От 101 до 300	685	835	12	35	49	—	262–311

Назначение. Крепежные детали, работающие при температуре до 535°С, плоские пружины, болты, шпильки и др.

Сталь теплоустойчивая перлитного класса.

Предел выносливости, Н/мм²				Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N	t, °С		+20	0	−20	−40	−60	−80	
353	—	$3 \cdot 10^8$	500	Нормализация с 1050°С, 1 ч, воздух. Отпуск при 650°С, 6 ч, воздух.	98–225	—	88–137	69–137	59–108	—	Нормализация 1030–1050°С, нормализация 950–970°С, отпуск 650–660°С, 6 ч, воздух.
274	—	$3 \cdot 10^8$	535								

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

− 0,83 (при 550°С)

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		62
3000	550	65
6000	550	63
3000	575	66
6000	575	111

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Пар	550	0,18	500

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода деминерализованная	350	1000	3
Точечная	Вода, содержащая 200 мг/кг Cl⁻	320	1000	Подвержена
Коррозионное растрескивание	Вода деминерализованная	320	1000	Не подвержена
Межкристаллитная	Не определяется.			

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1250–750				
Заготовка	1250–750				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном и отпущенном состоянии при ≤ 300 НВ и $\sigma_в$ = 1050 Н/мм² K_v = 0,6 (твердый сплав), K_v = 0,25 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
20Х1М1Ф1ТР (ЭИ 182)	Сортовой прокат — ГОСТ 20072–74. Поковки — ГОСТ 8479–70.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 20072–74

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Fe	Ti[1]	Al	B	Cu
0,17–0,24	≤ 0,37	≤ 0,50	≤ 0,030	≤ 0,030	0,90–1,40	≤ 0,30	0,80–1,10	0,70–1,00	основа	0,05–0,12	—	≤ 0,005 (по расчету)	≤ 0,20

[1] Для стали электрошлакового переплава содержание титана не более 0,12% без ограничения по нижнему пределу.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 8479–70	После окончательной термообработки (нормализация, отпуск)			До 100	685	835	13	42	59	—	262–311
				Свыше 100 до 300	490	655	13	40	54	—	212–248
					590	735	13	40	49		235–277
ГОСТ 20072–74	Закалка	970–990	Масло	До 90	655	780	15	50	59	—	≤ 229
	Отпуск	680–720	Воздух	От 91 до 150	655	780	13	45	53	—	≤ 229
				От 151 и выше	655	780	12	40	50	—	≤ 229
ДП	Закалка	970–990	Масло	—	Для шпилек					—	255
					660	800	15	50	59		
	Отпуск	680–720[2]	Воздух		Для гаек					—	229
					—	—	—	—	—		

[2] Температура отпуска гаек должна быть выше на 15–30°С.

Назначение. Крепежные детали для фланцевых соединений паропроводов и турбин, работающих при температуре 500–580°С.

Сталь теплоустойчивая перлитного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч	Жаростойкость			
0,88 (при 580°С) 0,84 (при 500°С)	Среда	t, °C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении		
Время, ч	t, °C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		88–98
10000	565	132
10000	600	181

Окалиностойкая до 525°С

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода деминерализованная	300	1000	1–2
Точечная	Вода деминерализованная	300	1000	Подвержена
Коррозионное растрескивание	Вода деминерализованная	300	1000	Не подвержена
Межкристаллитная				

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °C	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1220–850	До 120	Отжиг низкотемпературный	До 120	Отжиг низкотемпературный
Заготовка	1180–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температуры критических точек, °C			
		Ac_3	Ac_1	Ar_3	Ar_1
Не применяется для сварных конструкций.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 255–260 НВ и $\sigma_в$ = 960 Н/мм² K_v = 0,80 (твердый сплав), K_v = 0,45 (быстрорежущая сталь)	800–830	890–930	—	—

Марка стали	Вид поставки
20ХМФБР (ЭП 44)	Сортовой прокат — ГОСТ 20072–74.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 20072–74

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Nb	Fe	B	Ce
0,18–0,25	≤ 0,37	0,50–0,80	≤ 0,030	≤ 0,030	1,00–1,50	≤ 0,30	0,80–1,10	0,70–1,00	0,05–0,15	основа	≤ 0,005	≤ 0,20

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 20072–74	Закалка	970–990	Масло	До 90	665	780	15	50	59	—	229
	Отпуск ступенчатый (Вариант 1)	680, 6 ч 720, 6 ч	Воздух	От 91 до 150	665	780	13	45	53	—	229
				От 151 и выше	665	780	12	40	50	—	229
	Нормализация	1030–1050	Воздух	—	Для опилек						
					665	780	14	50	59	—	255
	Отпуск ступенчатый (Вариант 2)[1]	600, 3 ч 720, 6 ч	Воздух		Для гаек						
					—	—	—	—	—	—	229

[1] Температура отпуска гаек должна быть выше на 15–30°С.

Назначение. Крепежные детали турбин и фланцевых соединений реакторов, парогенераторов, паропроводов и аппаратуры, работающих при температуре 500–580°С.

Сталь теплоустойчивая перлитного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч	Жаростойкость			
0,88 (при 580°С) 0,84 (при 500°С)	Среда	t, °C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении			
Время, ч	t, °C	KCU, Дж/см²	
Исходное состояние		78–98	Окалиностойкая до 525°С
10000	580	59–78	
10000	600	59–88	

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода деминерализованная	300	1000	1–2
Точечная	Вода деминерализованная	300	1000	Подвержена
Коррозионное растрескивание	Вода деминерализованная	300	1000	Не подвержена
Межкристаллитная				

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °C	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1220–850	До 200	Отжиг низкотемпературный	До 200	Отжиг низкотемпературный
Заготовка	1180–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °C			
		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Не применяется для сварных конструкций.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 255–262 НВ и $\sigma_в$ = 960 Н/мм² K_v = 0,80 (твердый сплав), K_v = 0,45 (быстрорежущая сталь)	810	950	690	800

Марка стали	Вид поставки
20Х3МВФ (ЭИ 415, ЭИ 579)	Сортовой прокат — ГОСТ 20072–74. Трубы — ТУ 108.1029–81.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 20072–74

C	Si	Mn	S[1]	P[1]	Cr	Ni	Mo	V	W	Cu	НД
0,15–0,23	0,17–0,37	0,25–0,50	≤ 0,025	≤ 0,030	2,80–3,30	≤ 0,30	0,35–0,55	0,60–0,85	0,30–0,50	≤ 0,20	ГОСТ 20072–74
0,17–0,24	≤ 0,40	0,25–0,60	≤ 0,022	≤ 0,025	2,40–3,30	≤ 0,50	0,35–0,55	0,60–0,85	0,30–0,50	< 0,25	ТУ 108.1029–81

[1] Сумма S и P должна быть не более 0,040%.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Угол загиба, град	НВ
					не менее						
ГОСТ 20072–74	Закалка	1030–1060	Масло	До 90	735	880	12	40	59	—	269
				От 91 до 150	735	880	10	35	53	—	269
	Отпуск	660–700	Воздух	От 151 и выше	735	880	9	30	50	—	269
ТУ 108.1029–81	Закалка	1030–1060	Масло	Продольное	589	736	13	40	49	—	—
	Отпуск	660–700	Воздух								
	Закалка	1030–1060	Масло	Тангенциальное	589	716	11	32	39	—	—
	Отпуск	660–700	Воздух								

Назначение. Валы, диски и цельнокованые роторы стационарных и транспортных паровых турбин из слитков весом до 65 т, крепеж и другие детали, работающие при температуре от 500 до 560°С. Трубы и детали трубопроводов высокого давления для химической аппаратуры.

Сталь теплоустойчивая перлитного класса.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
314–333	—	10^7	Отжиг 950°С, нормализация 1100°С. Закалка 980–1020°С, масло, отпуск 660–680°С.							

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч	Жаростойкость: Среда	t, °C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
	Окалиностойкая до 550°С			

Чувствительность к охрупчиванию при старении: Время, ч	t, °C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		44
10000	500	73
10000	550	49
5000	600	73

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода деминерализованная	300	1000	I
Точечная	Вода деминерализованная	300	1000	Подвержена
Коррозионное растрескивание	Вода деминерализованная	300	1000	Не подвержена
Межкристаллитная				

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °C	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Из слитков: Условия охлаждения	Из заготовок: Размер сечения, мм	Из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1240–800	До 50	В ящиках	До 50	В ящиках
Заготовка	1240–780	51–700	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение	51–700	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °C: Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В закаленном и отпущенном состоянии при 260–270 НВ и $\sigma_в$ = 1000 Н/мм² K_v = 0,8 (твердый сплав), K_v = 0,4 (быстрорежущая сталь)	800–830	900–950	680–700	790–800

Марка стали	Вид поставки
15Х5М (12Х5МА, Х5М)	Сортовой прокат — ГОСТ 20072–74. Лист толстый — ГОСТ 7350–75. Трубы — ГОСТ 550–75.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 20072–74

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Fe	Al	Cu
≤ 0,15	≤ 0,50	≤ 0,50	≤ 0,025	≤ 0,030	4,50–6,00	≤ 0,60	0,45–0,60	—	—	основа	—	≤ 0,20

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Угол загиба, град	НВ
					не менее						
ГОСТ 550–75	Отжиг	840–870	Воздух	ø 2–25	216	392	22	50	118	—	≤ 170
ГОСТ 7350–75	Отжиг	840–870	Воздух	От 4 до 50	235	470	18	—	—	—	—
ГОСТ 20072–74	Отжиг	840–860	С печью	До 90	215	390	22	50	118	—	≤ 217
				От 91 до 150	215	390	20	45	106	—	≤ 217
				От 150 и выше	215	390	19	40	100	—	≤ 217

Назначение. Трубы, детали насосов, лопатки, крепеж, подвески котлов и другие детали, для которых требуется сопротивляемость окислению при температуре до 600–650°С.

Сталь жаропрочная и жаростойкая мартенситного класса.

Предел ползучести, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C					Термообработка
$\sigma_{1\cdot10^{-5}}$	t, °C		+ 20	0	– 25 (– 20)	– 40	– 80	
69	480	Нормализация 950–980°С, воздух + отпуск 840–880°С, воздух.	281	—	306	288	—	Нормализация с 1000°С + отпуск при 700, воздух.
39	540		245	—	222	136	—	Отжиг при 860°С, охлаждение с печью.

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч	Жаростойкость: Среда	t, °C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
	Окалиностойкая до 600°С			

Чувствительность к охрупчиванию при старении		
Время, ч	t, °C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		

Не склонна к отпускной хрупкости.

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода деминерализованная	300	1000	1
Точечная	Вода деминерализованная	300	1000	Подвержена
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная	Сталь обладает повышенной коррозионной стойкостью в сероводородсодержащих средах.			

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °C	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1200–800	До 800	Отжиг с перекристаллизацией, одно переохлаждение	До 800	Отжиг с перекристаллизацией, одно переохлаждение
Заготовка	1200–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °C			
		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В отожженном и отпущенном состоянии при ≤ 170 НВ и $\sigma_в$ = 390 Н/мм² K_v = 2,1 (твердый сплав), K_v = 2,0 (быстрорежущая сталь)	815	848	718	775

Марка стали	Вид поставки
15Х5ВФ	Сортовой прокат — ГОСТ 20072–74. Трубы — ГОСТ 550–75.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 20072–74

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Al	Cu
≤ 0,15	0,30–0,60	≤ 0,5	≤ 0,025	≤ 0,030	4,50–6,00	≤ 0,60	—	0,40–0,60	0,40–0,70	—	—	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 550–75	В термообработанном состоянии	Горячедеформированные трубы		До 90	216	392	22	50	118	—	≤ 170
ГОСТ 20072–74	Отжиг	840–860	С печью	До 90	215	390	22	50	118	—	—
				От 91 до 150	215	390	20	45	106	—	—
				От 151 и более	215	390	17	40	100	—	—

Назначение. Детали для корпусов и внутренних элементов аппаратуры нефтеперерабатывающих заводов и крекинговых труб, детали насосов, работающие при температуре до 600°С, подпижки, крепеж.

Сталь жаропрочная мартенситного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	t_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч	Жаростойкость: Среда	t, °C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
	Окалиностойкая до 600°С			

Чувствительность к охрупчиванию при старении: Время, ч	t, °C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода деминерализованная	300	1000	1
Точечная	Вода деминерализованная	300	1000	Подвержена
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная				

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °C	Охлаждение поковок, изготовленных: из слитков: Размер сечения, мм	из слитков: Условия охлаждения	из заготовок: Размер сечения, мм	из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1200–800	Поковки энергетического машиностроения до 700	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение	До 100	На воздухе
Заготовка	1200–800			101–250	В яме с закрытой крышкой
				251–300	В яме с подогревом

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °C: Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.	В отожженном состоянии при 197 НВ и $\sigma_в$ = 400 Н/мм² $K_т$ = 2,0 (твердый сплав), $K_т$ = 1,9 (быстрорежущая сталь)				

СТАЛИ ЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Марка стали	Вид поставки
65Г	Сортовой прокат — ГОСТ 14959–79. Лента — ГОСТ 2283–79, ГОСТ 2284–79, ГОСТ 21996–76, ГОСТ 21997–76. Проволока — ГОСТ 9389–75. Лист — ГОСТ 1577–93.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 14959–79										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Ti	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,62–0,70	0,17–0,37	0,90–1,20	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,25	≤ 0,25	—	—	≤ 0,20	721	745	670	720

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 14959–79	Горячекатаная			—	Не определяются					—	≤ 285 ≤ 241
	Закалка Отпуск	815–845 450–510	Масло Воздух	Образцы	785	980	8	30	—	—	—
ГОСТ 1577–93	В горячекатаном состоянии			Лист до 80	—	740	12	—	—	—	≤ 285
	В отожженном состоянии				Не определяются						≤ 229
ГОСТ 2283–79	Лента холоднокатаная:										
	отожженная			До 1,50	—	640	15	—	—	—	—
				Свыше 1,50	—	740	10	—	—		
	нагартованная			До 1,50	—	740	—	—	—	—	—
				Свыше 1,50	—	1180	—	—	—		
ДЦ	Нормализация	810–830	Воздух	Образцы	430	735	9	30	—	—	—
	Закалка Отпуск	800–820 160–200	Масло Воздух	До 20	Не определяются					56–62	—
	Закалка[1] Отпуск	800–820 340–380	Масло Воздух	До 20	1225	1470	5	10	—	44–48	—
	Изотермическая закалка Отпуск	810–830 320–340	Расплавленная соль 320–340°С Воздух	До 5	Не определяются					44–48	—
	Закалка Отпуск	790–820 550–580	Масло Воздух	До 60	685	880	8	30	—	28–33	—

[1] Режим термообработки пружин.

Назначение. Пружины, рессоры, упорные шайбы, тормозные ленты, фрикционные диски, шестерни, фланцы, корпуса подшипников, зажимные и подающие цанги и другие детали, к которым предъявляются требования повышенной износостойкости, и детали, работающие без ударных нагрузок.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+20	0	−20	−30	−70	−80	
725	431	Закалка с 810°С в масле, отпуск при 400°С	110	69	27	24	12	—	Закалка с 830°С, отпуск при 480°С
480	284	То же, отпуск при 500°С							

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–800	До 300	В печи	До 100	На воздухе
Заготовка	1250–780			101–300	В мульде

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций. КТ – без ограничений.	В закаленном и отпущенном состоянии при 240 НВ и $\sigma_в$ = 840 Н/мм² K_v = 0,85 (твердый сплав), K_v = 0,80 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна при содержании Mn ≥ 1,0%

Марка стали	Вид поставки
50ХФА	Сортовой прокат — ГОСТ 14959–79. Поковки — 8479–70. Лента пружинная — ГОСТ 2283–79, ГОСТ 2284–79. Проволока — ГОСТ 14963–78, ГОСТ 1071–81.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 14959–79										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,46–0,54	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,025	≤ 0,025	0,80–1.10	≤ 0,25	—	0,10–0,20	≤ 0,20	752	788	688	746

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 14959–79	В состоянии поставки: горячекатаная			—	Не определяются					—	≤ 302 ≤ 269
	термообработанная: Закалка	850	Масло	Образцы	1080	1270	8	35	—	—	—
	Отпуск	470	Воздух								
ГОСТ 8479–70	Закалка			101–300	685	835	12	38	49	—	262–311
	Отпуск										
ГОСТ 2283–79	Лента холоднокатаная: отожженная			От 0,10 до 4,0	—	≤ 880	8	—	—	—	—
	нагартованная				—	780–1180	—	—	—		
ДП	Закалка	840–860	Масло	Пружины 15	1270	1470	12	40	—	43–48	—
	Отпуск	420–450	Воздух								
	Изотермическая закалка	850–870	Расплавленные соли при 320–330°С	20	1430	1570	6	45	60	43–49	—
	Отпуск	330	Воздух								

Назначение. Тяжелонагруженные ответственные пружины, к которым предъявляются требования высокой усталостной прочности, пружины, работающие при температуре до 300°С и другие детали.

Сталь не склонна к росту зерна при нагреве; после термообработки обладает хорошими пружинящими свойствами (высоким пределом упругости) и высоким пределом выносливости; наилучшие свойства обеспечиваются после изотермической закалки и отпуска; для повышения циклической прочности рекомендуется применять азотирование пружин.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Механические свойства при температуре испытания				Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		t, °С	20	– 70	– 196	
676	519	Закалка с 850°С в масле, отпуск при 420°С.	$\sigma_в$, Н/мм²	1627	1705	2038	Закалка с 850°С в масле, отпуск при 400°С; прутки диаметром 10 мм
			δ, %	8	8	3	
			ψ, %	40	35	5	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–800	До 50	На воздухе	До 50	На воздухе
Заготовка	1180–800	51–180	В колодцах	51–180	В колодцах

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В горячекатаном состоянии при 269 НВ, $\sigma_в$ = 920 Н/мм², K_v = 0,75 (твердый сплав), K_v = 0,35 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
55С2	Сортовой прокат — ГОСТ 14959–79.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 14959–79										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Ti	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,52–0,60	1,50–2,00	0,60–0,90	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,25	—	—	≤ 0,20	755	810	690	770

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 14959–79	В состоянии поставки: горячекатаная термообработанная			—	Не определяются						≤ 285 ≤ 241
	Закалка	855–885	Масло или вода	Образцы	1175	1270	6	30	—		—
	Отпуск	430–490	Воздух								
ДЦ	Изотермическая закалка	870	Расплавленная соль при 300°С		1220	1640	8	—	—	46	—
	Изотермическая закалка	870	Расплавленная соль при 360°С		1100	1350	—	—	85	40	—
	Навивка пружин	850–890		—	Не определяются						341–445
	Закалка	830–860	Масло или вода								
	Отпуск	420–450	Воздух								
	Закалка[1]	860–870	Масло или вода	—	Не определяются						364–410
	Отпуск	480–500	Воздух								

[1] Режим термообработки рессор.

Назначение. Пружины и рессоры, применяемые в автомобилестроении, тракторостроении, железнодорожном транспорте и других отраслях машиностроения.

Сталь склонна к обезуглероживанию.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
421	294	Закалка с 880°С в масле, отпуск при 400–460°С, $\sigma_в$ = 1274 Н/мм².							

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–800			До 250	На воздухе
Заготовка	1200–800			251–350	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В горячекатаном состоянии при 255–269 НВ K_v = 0,65 (твердый сплав), K_v = 0,33 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
60С2, 60С2А	Сортовой прокат — ГОСТ 14959–79. Лента — ГОСТ 2283–79, ГОСТ 2284–79, ГОСТ 21996–76, ГОСТ 21997–76. Проволока — ГОСТ 14963–78.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 14959–79

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu
0,57–0,65	1,50–2,00	0,60–0,90	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,25	—	≤ 0,20
0,58–0,63	1,60–2,00		≤ 0,025	≤ 0,025				

Марка стали	Температура критических точек, °С			
	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
60С2	770	820	700	770
60С2А				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 14959–79	В состоянии поставки: горячекатаная термообработанная			—	Не определяются					—	≤ 302 ≤ 269
	Закалка	870	Масло	Образцы	1175[1]	1270[1]	6[1]	25[1]	—	—	—
	Отпуск	470	Воздух								
	Закалка	870	Масло		1375[2]	1570[2]	6[2]	20[2]	—	—	—
	Отпуск	420	Воздух								
ГОСТ 2283–79	Лента холоднокатаная: отожженная			От 0,10 до 4,0	—	880	8	—	—	—	—
	нагартованная				—	780–1180	—	—	—		
ДВ	Изотермическая закалка	860–880	Расплавленные соли 310–330°С	До 10	1570	1770	11	50	62	46–49	—
	Отпуск	310–330	Воздух								

[1] Механические свойства для стали 60С2.
[2] Механические свойства для стали 60С2А.

Назначение. Тяжелонагруженные пружины, торсионные валы, пружинные кольца, шайбы, фрикционные диски, шайбы Гровера и др. Максимально допустимая рабочая температура 250°С.

Сталь не подвержена росту зерна при нагреве; обладает повышенной склонностью к обезуглероживанию; в термообработанном состоянии обладает хорошими пружинящими свойствами (высоким пределом упругости) и высокой прочностью, хорошо сопротивляется ударным и знакопеременным нагрузкам; наилучшие свойства сталь приобретает после изотермической закалки.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 60	– 70	
490[1]	294[1]	Закалка с 860°С в масле, отпуск при 550°С, $\sigma_в$ = 1380 Н/мм².	37[1]	—	—	30[1]	27[1]	—	Закалка 860°С, масло. Отпуск 425°С, воздух.
637[2]	—	Закалка. Отпуск 420°С. $\sigma_в$ = 1810 Н/мм².	39[1]	—	—	—	—	34[1]	Закалка 850°С, масло. Отпуск 460°С, 1 ч, воздух

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1200–800	До 300	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение	До 250	На воздухе
Заготовка	1200–800			251–350	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В горячекатаном состоянии при 270–320 НВ и $\sigma_в$ = 1100 Н/мм² K_v = 0,70 (твердый сплав), K_v = 0,27 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
60С2Г	Сортовой прокат — ГОСТ 14959–79.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 14959–79										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S[1]	P[1]	Cr	Ni	Mo	Ti	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,55–0,65	1,80–2,20	0,70–1,00	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,30	≤ 0,25	—	—	≤ 0,20				

[1] Суммарная массовая доля серы и фосфора ≤ 0,06%.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 14959–79	В состоянии поставки: горячекатаная термообработанная			—	Не определяются						≤ 321 ≤ 269
	Закалка	870	Масло	Образцы	1325	1470	6	25	—		—
	Отпуск	470	Воздух								

Назначение. Нагруженные пружины.

Сталь обладает высокими прочностными характеристиками и высоким пределом упругости. При термообработке для понижения хрупкости температуру отпуска повышают до 470 °С. Сталь склонна к графитизации и обезуглероживанию.

Твердость HRC в зависимости от прокаливаемости[*] (ГОСТ 14959-79)

Расстояние от торца, мм	1,5	7,5	12,0	13,5	16,5	19,5	24,0	30,0
HRC max	66	64	60	58	55	51	46	43
HRC min	59	49	39	37	35	32	30	28

[*] Прокаливаемость определялась методом торцовой закалки

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	—	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
65С2ВА	Сортовой прокат — ГОСТ 14959–79. Лента холоднокатаная — ГОСТ 2283–79. Проволока — ГОСТ 14963–78.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 14959–79

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	W	Cu
0,61–0,69	1,50–2,00	0,70–1,00	≤ 0,025	≤ 0,025	≤ 0,30	≤ 0,20	—	0,80–1,20	≤ 0,20

Температуры критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
					не менее						
ГОСТ 2283–79	Лента холоднокатаная: отожженная			От 0,10 до 4,0	—	880	8	—	—	—	—
	нагартованная				—	780–1180	—	—	—		
ГОСТ 14959–79	В состоянии поставки: горячекатаная термообработанная			—	Не определяются						≤ 321 ≤ 285
	Закалка	835–865	Масло	Образцы	1665	1860	5	20	—	—	—
	Отпуск	390—450	Воздух								

Назначение. Высоконагруженные пружины.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	—				
Заготовка	1100–900				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В состоянии закалки и отпуска $\sigma_в$ = 1860 Н/мм², K_v = 0,26 (твердый сплав), K_v = 0,1 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
70С2ХА	Сортовой прокат — ГОСТ 14959–79. Лента холоднокатаная — ГОСТ 2283–79, ГОСТ 21996–76, ГОСТ 21997–76.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 14959–79										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Ti	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,65–0,75	1,40–1,70	0,40–0,60	≤ 0,025	≤ 0,025	0,20–0,40	≤ 0,25	—	—	≤ 0,20				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HV	Группы прочности ленты
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 2283–79	В состоянии поставки:										
	отожженная			От 0,10 до 4,0	—	880	8	—	—	—	
	нагартованная				—	780–1180	—	—	—		
ГОСТ 21996–76	Лента холоднокатаная термообработанная			—	—	1270–1570	—	—	—	375–485	1П
					—	1580–1860	—	—	—	486–600	2П
					—	Свыше 1860	—	—	—	Свыше 600	3П
ДЦ	Закалка	860–870	Масло		1670	1860	5	20	—	HRC 44–48	—
	Отпуск	400–420	Воздух								

Назначение. Тяжелонагруженные плоские пружины ответственного назначения. Пружины часовых механизмов и различных приборов.

Сталь склонна к обезуглероживанию.

Сталь имеет низкую коррозионную стойкость.
Прокаливается в масле до диаметра 50 мм (при структуре 90% мартенсита + 10% троостита).

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200 - 800				
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	—	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
ШХ15	Сортовой прокат — ГОСТ 801–78.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 801–78

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni[1]	Mo	Ti	Cu[2]
0,95–1,05	0,17–0,37	0,20–0,40	≤ 0,020	≤ 0,027	1,30–1,65	≤ 0,30	—	—	≤ 0,25

[1] Сумма Cu и Ni ≤ 0,50.

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
724	900	700	713

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	σ_{n2}, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 801–78	Отжиг	790–810	Печь[2]	—	Не определяются					—	179–207
	Закалка	820–860	Масло	—						58–62	—
	Отпуск	150–160	Воздух								
ДЦ	Отжиг	800	Печь[2]	—	370–410	500–730	15–25	35–55	44	—	179–207
	Закалка	810	Вода до 200°С, затем масло	30–60	1670	2160	—	—	5	61–64	—
	Отпуск	150	Воздух								

[2] Охлаждение с печью до 730°С, от 730 до 650°С охлаждение со скоростью 10–20°С/ч, далее на воздухе.

Назначение. Втулки плунжеров, плунжеры, нагнетательные клапаны, седла нагнетательных клапанов, корпуса распылителей, ролики толкателей, кулачки, копиры, накладные направляющие и другие детали, к которым предъявляются требования высокой твердости, износостойкости и контактной прочности, кольца подшипников с толщиной стенки до 14 мм, шарики диаметром до 150 мм, ролики диаметром до 23 мм..

Предел выносливости, Н/мм²		Термообрвботка
σ_{-1}	τ_{-1}	
333	—	Отжиг. 192 НВ.
804	—	Закалка с 830°С в масле, отпуск при 150°С. 60 HRC.

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С

+ 20	0	– 20	– 25	– 40	– 50	Термообработка
88	—	—	69	64	—	Закалка 830°С, масло. Отпуск 150°С, воздух.

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Из слитков: Условия охлаждения	Из заготовок: Размер сечения, мм	Из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1150–800	До 400	Отжиг низкотемпературный	До 250	На воздухе
Заготовка	1150–800			251–350	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способ сварки: КТ.	В отожженном состоянии при 179–217 НВ и $\sigma_в$ = 730 Н/мм² K_v = 0,90 (твердый сплав), K_v = 0,36 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
ШХ15СГ	Сортовой прокат — ГОСТ 801–78.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 801–78

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni[1]	Mo	Ti	Cu[1]
0,95–1,05	0,40–0,65	0,90–1,20	≤ 0,020	≤ 0,027	1,30–1,65	≤ 0,30	—	—	≤ 0,25

[1] Сумма Cu и Ni ≤ 0,50.

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
750	910	688	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 801–78	Отжиг	790–810	Печь[2]	—	Не определяются					—	179–217
	Закалка	810–840	Масло	—						60–64	—
	Отпуск	150–160	Воздух								
ДЦ	Отжиг	790–810	Печь[2]		370–410	590–730	15–25	35–55	44	—	179–217
	Закалка	810–840	Масло		—	1960–2350	—	—	3–7	60–64	—
	Отпуск	150	Воздух								

[2] Охлаждение с печью до 730°С, от 730 до 650°С охлаждение со скоростью 10–20°С/ч, далее на воздухе.

Назначение. Кольца роторов буровых машин, втулки плунжеров, плунжеры, нагнетательные клапаны, седла нагнетательных клапанов, корпуса распылителей, ролики толкателей, кулачки, копиры, накладные направляющие и другие детали, к которым предъявляются требования высокой твердости, износостойкости и контактной прочности, кольца и ролики крупногабаритных подшипников.

Предел выносливости, Н/мм²

σ_{-1}	τ_{-1}	N	Термообработка
559	—	4×10^7	Закалка. Отпуск. 621–643 НВ.

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С

+20	0	−20	−30	−40	−50	Термообработка

Технологические характеристики

Ковка

Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С
Слиток	1150–800
Заготовка	1150–800

Охлаждение поковок, изготовленных

из слитков: Размер сечения, мм	из слитков: Условия охлаждения	из заготовок: Размер сечения, мм	из заготовок: Условия охлаждения
Кольца до 400	Отжиг низкотемпературный	До 250	На воздухе
		251–350	В яме

Свариваемость

Трудно свариваемая.
Способ сварки: КТ.

Обрабатываемость резанием

В отожженном состоянии при 179–217 НВ и $\sigma_в$ = 730 Н/мм²
K_v = 0,90 (твердый сплав),
K_v = 0,36 (быстрорежущая сталь)

Флокеночувствительность

Чувствительна

Склонность к отпускной хрупкости

Склонна

Марка стали	Вид поставки
95Х18 (9Х18, ЭИ 229)	Сортовой прокат — ГОСТ 5949–75.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Ti	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,90–1,00	≤ 0,80	≤ 0,80	≤ 0,025	≤ 0,030	17,0–19,0	≤ 0,60	—	—	≤ 0,30	830	1100	765	810

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5949–75	Отжиг	850–870	С печью до 550°С, далее на воздухе	—	Не определяются					—	≤ 269
	Закалка	1000–1050	Масло	—	Не определяются					≥ 55	—
	Отпуск	200–300	Воздух или масло								
ДЦ	Закалка: подогрев окончательный нагрев	850–860 1000–1070	Масло или воздух	—	—	1980–2300	—	—	63	≥ 58	—
	Обработка холодом	–70–80									
	Отпуск	150–160	Воздух								

Назначение. Втулки, оси, стержни, шариковые и роликовые подшипники и другие детали, к которым предъявляются требования высокой твердости и износостойкости и работающие при температуре до 500°С или подвергающиеся действию умеренно агрессивных сред.

Сталь коррозионно-стойкая мартенситного класса.

Коррозионная стойкость. Сталь обладает высокой стойкостью в морской и речной воде, в щелочных растворах с концентрацией 1-20% и в органических веществах (сырая нефть при 20–200°С); хорошей стойкостью в азотной и уксусной кислотах; удовлетворительной стойкостью в ортофосфорной кислоте и плохой стойкостью в соляной и серной кислотах.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
960	—	Закалка с 1050°С в масле, отпуск при 150°С. 60 HRC.							

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–850	До 700	Отжиг с перекристаллизацией, отпуск	До 700	Отжиг с перекристаллизацией, отпуск
Заготовка	1180–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при 212–217 НВ и $\sigma_в$ = 700 Н/мм² K_v = 0,86 (твердый сплав), K_v = 0,35 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** В рабочем интервале температур 120–400°С – не склонна; склонна при температуре 450–600°С

СТАЛИ И СПЛАВЫ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫЕ, КОРРОЗИОННО-СТОЙКИЕ, ЖАРОСТОЙКИЕ И ЖАРОПРОЧНЫЕ

Марка стали	Вид поставки
10Х9МФБ (ДИ 82)	**Трубная заготовка** — ТУ 14–134–319–93. **Трубы холоднодеформированные** — ТУ 14–3–1412–86. **Трубы горячедеформированные** — ТУ 14–3–1892–93. **Лист** — ТУ 14–1–3946–85. **Лист, поковки** — ТУ 0900–006–057644–17–99.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14–134–319–93

C	Mn	Cr	Mo	V	Nb	Ni	Si	S	P
0,08–0,12	0,30–0,60	8,60–10,00	0,60–0,80	0,10–0,20	0,10–0,20	≤ 0,70	≤ 0,50	≤ 0,030	≤ 0,015

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
810–820	870–910	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операции	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ТУ 14–134–319–93	Нормализация	1030–1050	Воздух	90–180	600	400	20	55	59	—	—
	Отпуск	740–780	Воздух								
ТУ 14–3–1892–93	Нормализация	1030–1050	Воздух	ø 108–325 s 6,0–30	490	343	17	—	98	—	—
ТУ 14–3–1412–86	Отпуск	740–780	Воздух	ø 16–89 s 2,5–8,0	490	343	20	—	—	—	—
ТУ 14–1–3946–85	Нормализация	1030–1050	Воздух	2,0–30	540	343	20	—	59	—	—
	Отпуск	740–780	Воздух								
ТУ 0900–006–057644–17–99	Нормализация	1030–1050	Воздух	10–160	600	400	20	55	59		
	Отпуск	740–780	Воздух								
	Закалка	1030–1050	Вода, масло	До 600							
	Отпуск	740–780	Воздух								

Назначение. Пароперегревательные и паропроводные трубы котлов высокого и сверхвысокого давления, работающие при температуре до 620°С, а также тройники, переходники и другие детали паровых котлов. Пароперегревательные и паропроводные трубы, трубные решетки и другие детали АЭС, работающие при температурах до 550°С.

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Окалиностойкая до температуры 620°С			

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °С	KCV, Дж/см²
Исходное состояние		196–243
10000	250	186–237
10000	300	230–240
10000	350	217–237
10000	400	200–217
10000	450	190–232
10000	475	202–223
10000	500	170–180
10000	550	150–160
10000	600	180–190

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Паровоздушная смесь	550	2500	1
	Вода, содержащая 1 мг/кг $Cℓ^-$ и 0,3–6,0 мг/кг O_2	350	3000	1
Точечная				
Коррозионное растрескивание	42% $MgCℓ_2$	154	500	Трещин не обнаружено.
	25% NaCℓ + 0,5% $K_2Cr_2O_7$	200	500	
	Вода, содержащая 200 мг/кг $Cℓ^-$ и 0,3–6,0 мг/кг O_2	350	3000	
Межкристаллитная				

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
Слиток 1200–850 Заготовка 1150–850	Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, МП и КТ. Рекомендуется последующая термообработка.	В нормализованном и отпущенном состоянии при $\sigma_в$ = 400 Н/мм² K_v = 2,27 (твердый сплав), K_v = 2,20 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
10Х12НД	Поковки — ОСТ 108.958.04–85, ТУ 108.11.917–87. Прокат — ТУ 108.11.264–77. Лист — ТУ 108.1273–84.

Массовая доля элементов, %, по ОСТ 108.958.04–85

C	Si	Mn	Cr	Ni	Fe	Cu	S	P
≤ 0,10	≤ 0,40	0,30–0,60	12,0–13,5	1,10–1,50	основа	0,80–1,10	≤ 0,025	≤ 0,025

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Мн	Мк
700–730	830–850	—	—	300–350	120–150

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t,°C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ОСТ 108.958.04–85	В состоянии поставки термообработаны			До 500	Не определяются					—	207–255
ДЦ	Отпуск	660–680	Печь или воздух	Лист до 150	Не определяются					—	220–250
	Закалка	950–1050	Печь или воздух со скоростью 30°С/ч	Лист до 150	539	637	14	30	78	—	220–250
	Отпуск	660–680	Печь или воздух								
	Отпуск	660–680	Печь	Поковка	Угков 4						
	Закалка	950–970	Воздух	40 × 40	664	760	19	67	146		229
	Отпуск	660–680	Воздух	100 × 100	669	774	15	51	55		229

Назначение. Детали гидротурбин.

Сталь коррозионно-стойкая мартенситно-ферритного класса.

Кавитационная стойкость[1]

Амплитуда колебаний, мм	Частота колебаний, Гц	Время испытаний, ч	Потери веса, мг
0,07	8100	3	59,5

[1] Испытания на магнитострикционном вибраторе.

Кавитационно-коррозионная стойкость[1]

Потери веса при испытании, мг: 288 ч	576 ч	764 ч	Режим термообработки
23,3	59,8	84,9	Нормализация 1050°С, 3ч + отпуск 670°С, 6ч.
18,8	44,3	65,3	Нормализация 950°С, 3ч + отпуск 670°С, 6ч.

[1] Испытания проводились на магнитострикционном вибраторе по методу чередования кавитационного и коррозионного воздействия.

Гидроабразивная стойкость
(по сравнению со сталью марки 25)

Коэффициент износостойкости при абразивном износе, Σ	Коэффициент износостойкости при гидроабразивном износе, $\Sigma_г$	Время, ч
3,2	—	24
—	10,2	720

Предел выносливости, Н/мм²

σ_{-1}	τ_{-1}	N	Термообработка
260	—	10^7	Закалка 950°С + отпуск 670°С.

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t,°C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Речная вода	20	1000	1
	Водопроводная вода	20	3000	1
Точечная	По коррозионной стойкости близко к стали 06Х12Н3Д			
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная	Не проверяется			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1200–780	Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	После закалки и отпуска при 217 НВ K_v = 0,75 (твердый сплав), K_v = 0,35 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
06Х12Н3Д	Поковки — ОСТ 108.958.04–85, ТУ 108.1425–86, РД 24.035.101–88. Лист — ТУ 108.1425–86, РД 24.035.101–88.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 108.1425–86								Температура критических точек, °С					
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Мн	Мк
≤ 0,06	≤ 0,30	≤ 0,60	≤ 0,025	≤ 0,025	12,0–13,5	2,80–3,20	0,50–1,10	620–650	780–810	—	—	290–310	80–120

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t,°C	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 108.1425–86	Закалка	950–970	Воздух	До 300	590	690	12	35	59		207–293
	Закалка Отпуск	780–800 600–620	Воздух Печь, воздух	До 550	540	640	14	35	59		207–293
	Закалка Отпуск Технологические отпуска			До 550	490	590	14	35	59		207–293
ОСТ 108.958.04–85	В состоянии поставки термообработанные			До 250	588	686	12	35	58		207–293

Назначение. Корпуса и другие детали насосов для АЭС; виласти, обоймы и другие детали гидротурбин, паровых турбин и дымососов.

Сталь коррозионно-стойкая мартенситно-аустенитного класса.

Предел выносливости, Н/мм²			Среда	Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		
466	—	10^7	Воздух	Закалка 960°С + закалка 800°С + отпуск 580–600°С.

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t,°C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Борированная вода: 10 г/кг H_3BO_3, 0,02 г/кг KOH, 0,05 мг/кг Cl^-	20	1000	I
		100	1000	I
		350	1000	I
Точечная	Борированная вода: 10 г/кг H_3BO_3, 0,02 г/кг KOH, 0,05 мг/кг Cl^-	20	1750	Питтингов нет
		100	1750	
	Водопроводная вода	—	1750	
Коррозионное растрескивание	42% $MgCl_2$	154	24	Разрушение через 24 ч при напряжении выше $\sigma_{0,2}$
	Вода, содержащая 200 мг/кг Cl^-, 0,3–6,0 мг/кг O_2	350	1100	Разрушение через 600–1100 ч
	Борированная вода: 10 г/кг H_3BO_3, 0,02 г/кг KOH, 0,05 мг/кг Cl^-	350	2500	Разрушений нет
Межкристаллитная	Проверка на склонность к МКК проводится по инструкции ИЦК 01–99, разработанной в ЦНИИТМАШ.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1220–800	Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, ЭШ и КТ. Необходим подогрев и последующая термообработка.	В закаленном и отпущенном состоянии при 207–293 НВ и $\sigma_в$ = 590 Н/мм² K_v = 1,3 (твердый сплав), K_v = 1,0 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
08Х13 (0Х13, ЭИ 496)	**Сортовой прокат** — ГОСТ 5949–75. **Прутки** — ГОСТ 18968–73, ГОСТ 18907–73. **Прутки фасонные** — ГОСТ 19442–74. **Лист тонкий** — ГОСТ 5582–75, ТУ 14–1–3620–83. **Лист толстый** — ГОСТ 7350–77. **Трубная заготовка** — ТУ 14–1–565–84. **Трубы** — ГОСТ 9940–81, ГОСТ 9941–81. **Заготовки лопаток турбин** — ОСТ 108.020.03–82. ОСТ 108.020.123–78. **Поковки** — ГОСТ 25054–81. ОСТ 108.958.04–85.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	Cr	S	P	Fe
≤ 0,08	≤ 0,80	≤ 0,80	12,0–14,0	≤ 0,025	≤ 0,030	основа

Температура критических точек, °С

Ac_3	Ac_1	Ar_1	Ar_3
730	850	700	820

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 5582–75	Отжиг или отпуск	740–780		0,7–3,9	—	410	21	—	—		
ГОСТ 5949–75	Закалка Отпуск	1000–1050 700–800	Масло Масло	До 60[1]	410	590	20	60	98		116–179
ГОСТ 7350–77	Закалка Отпуск	960–1020 680–780	Вода или воздух Воздух или печь	4–50	295	420	23	—	—	—	
ГОСТ 9940–81	В состоянии поставки термообработанные			ø 57–325 s 3,5–32	—	372	22	—	—	—	
ГОСТ 9941–81				ø 5–273 s 0,2–22	—	372	22	—	—	—	
ГОСТ 18968–73	Нормализация или закалка Отпуск	1000–1050 660–770	Вода Воздух	До 60[2]	410	580	20	60	98		187–217
ГОСТ 19442–74	Закалка Отпуск	1000–1050 660–770	Масло или вода Воздух	До 60[3]	—	588	20				187–217
ГОСТ 25054–81	Закалка Отпуск	1000–1050 700–780	Масло Масло	До 200 Свыше 200–500 Свыше 500–1000	392	539	17 16 14	50 40 35	83 69 49		187–229
ОСТ 108.020.03–82	Закалка Отпуск	1000 720	Масло Воздух	Замок до 60[4]	411	588	20	60	98		187–217

[1] Для стали диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается снижение δ на 1%, ψ на 5%, KCU на 9,8 Дж/см²; свыше 100 до 150 мм – δ на 3%, ψ на 10%, KCU на 14,7 Дж/см².
[2] Для стали диаметром или толщиной 61–100 мм допускается понижение δ на 1%, ψ на 5%, KCU на 10 Дж/см².
Механические свойства прутков и полос диаметром или толщиной более 100 мм определяются на заготовке диаметром или толщиной 90–100 мм.
[3] Для прутков толщиной более 60 мм допускается снижение δ на 1%.
[4] Для заготовок лопаток с толщиной замковой части более 60 мм допускается снижение δ на 1%, ψ на 5%, KCU на 9,8 Дж/см².

Назначение. Лопатки, бандажи, трубы, а также другие изделия, для которых требуется сопротивление окислению до 800°С.
Сталь ферритного класса.

Жаростойкость: Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Окалиностойкая до температуры 800°С			

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч: 1,0

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		245–285
5000	450	225

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	По коррозионным свойствам близка к стали 12Х13. Для повышения коррозионной стойкости и пластичности сварного соединения рекомендуется деталь подвергать термообработке по режиму: нагрев до 960–1000°С, охлаждение на воздухе, отпуск при 680–720°С, или только отпуск при 680–720°С.			
Точечная				
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная	Проверка на склонность к МКК по ГОСТ 6032–89 не предусмотрена.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1100–800	Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, ЭШ и КТ. Подогрев и термообработка применяются в зависимости от метода сварки, вида и назначения конструкции.	В закаленном и отпущенном состоянии при 149–159 НВ и $\sigma_в$ = 588 Н/мм² K_v = 1,4 (твердый сплав), K_v = 0,7 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
10Х12Н3М2ФА(Ш), 10Х12Н3М2ФА–А(Ш)	**Поковки** — ТУ 24.11.015–90.

Массовая доля элементов, %

C	Si	Mn	S	P	N	Марка стали
0,08–0,12	≤ 0,30	≤ 0,60	≤ 0,015	≤ 0,020	≤ 0,05	10Х12Н3М2ФА(Ш) по ТУ 24.11.015–90

Al	Cr	Ni	Mo	V
≤ 0,05	11,0–12,5	2,50–2,90	1,45–1,75	0,20–0,35

C	Si	Mn	S	P	N	Марка стали
0,08–0,15	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,004	≤ 0,005	≤ 0,06	10Х12Н3М2ФА–А(Ш) по спецзаказу

Al	Cr	Ni	Mo	V
≤ 0,02	11,5–12,25	2,50–3,00	1,50–2,00	0,25–0,40

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1	Мн	Мк
645–670	825–845	—	—	250–280	70–110

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ТУ 24.11.015–90[1]	Закалка Отпуск	1040–1060 560–580	Масло Печь	400	780–950	885	15	45	59	—	285
ТУ 24.11.015–90[2]	Закалка Отпуск Отпуск	1040–1060 530 550	Масло Печь Печь	400	828–1000	1035–1138	15	45	128	—	321–352

[1] Сталь 10Х12Н3М2ФА(Ш).
[2] Сталь 10Х12Н3М2ФА–А(Ш).

Назначение. Диски и другие заготовки роторов паровых и газовых турбин.
Сталь коррозионно–стойкая, мартенситного класса.

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
O_2 – 15,7% H_2O – 4,3% CO_2 – 3,4% SO_2 – 0,03% N_2 – остальное	400	0,0068	3000

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Аэрируемая водопроводная вода	50	2000	1
Точечная				
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная				

Вязкость разрушения, K_{1c}		Термообработка	Ударная вязкость, KCV, Дж/см², при t, °С						Термообработка
МПа·м$^{1/2}$	Н/мм$^{3/2}$		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
150	4743	Закалка 1050°С, Отпуск 570°С.	83	—	—	55	—	27	Закалка 1050°С, отпуск 575°С.
			175	—	146	127	74	60	Закалка 1050°С, отпуск 530°С, отпуск 550°С.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1160–900				
Заготовка	1180–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.	В закаленном и отпущенном состоянии при 285 НВ и $\sigma_в$ = 885 Н/мм² K_v = 0,55 (твердый сплав), K_v = 0,28 (быстрорежущая сталь)	**Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
12Х13 (1Х13)	**Сортовой прокат** — ГОСТ 5949–75. **Поковки** — ГОСТ 25054–81, ОСТ 108.958.04–85. **Прутки** — ГОСТ 18907–73, ГОСТ 18968–73, ГОСТ 19442–74. **Лист тонкий** — ГОСТ 5582–75, ТУ 14–1–2186–77, ТУ 14–1–3620–83. **Лист толстый** — ГОСТ 7350–77. **Проволока** — ГОСТ 18143–72. **Трубная заготовка** — ТУ 14–1–565–84. **Трубы** — ГОСТ 9940–81, ГОСТ 9941–81. **Лента** — ГОСТ 4986–79. **Заготовки лопаток турбин** — ОСТ 108.020.03–82, ОСТ 108.020.123–78.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72							Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	Cr	S	P	Fe	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,09–0,15	≤ 0,8	≤ 0,8	12,0–14,0	≤ 0,025	≤ 0,030	основа	730	850	700	820

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 4986–79	Отжиг или отпуск	740–800		0,05–0,2	—	440	9	—	—	—	—
				0,2–2,0			17	—			
ГОСТ 5582–75	Отжиг или отпуск	740–780		0,7–3,9	—	440	21	—	—		—
ГОСТ 5949–75	Закалка Отпуск	1000–1050 700–790	Воздух или масло Воздух	До 60[1]	410	590	20	60	88		121–197
ГОСТ 7350–77	Закалка или нормализация Отпуск	960–1020 680–780	Воздух Воздух или с печью	4–50	345	490	21	—	—		—
ГОСТ 9940–81	Термообработанные			ø 57–325 s 3,5–32	—	392	21	—	—		—
ГОСТ 9941–81				ø 5–273 s 0,2–22	—	392	22	—	—		—
ГОСТ 18143–72	Термообработанные		1 класс 2 класс	ø 1,0–6,0	—	490–740	20 16	—	—	—	—
ГОСТ 18907–73	Термообработанные			1,0–30	—	490–780	16	—	—	—	121–187
ГОСТ 19442–74	Закалка Отпуск	1000–1050 660–770	Воздух или масло Воздух	До 60[2]	—	617–784	20	—	—	—	187–229

12Х13 (1Х13) — **Механические свойства при комнатной температуре**

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 25054–81	Закалка	1000–1050	Масло	До 200	392	617	18	50	74		187–229
	Отпуск	700–790	Воздух	Свыше 200 до 500			16	44	59		
				Свыше 500 до 1000			15	40	49		
ОСТ 108.020.03–82	Закалка	1030	Масло	Замок до 60[1]	441–637	617	20	60	78		192–229
	Отпуск	720	Воздух								
	Закалка	1030	Масло		539–686	686	15	50	58		217–255
	Отпуск	670	Воздух								

[1] Для стали диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается снижение δ на 1%, ψ на 5%, KCU на 9,8 Дж/см², свыше 100 до 150 мм – δ на 3%, ψ на 10%, KCU на 14,7 Дж/см².
[2] Для прутков толщиной более 60 мм допускается снижение относительного удлинения на 1%.
[3] Для заготовок лопаток с толщиной замковой части более 60 мм, допускается снижение δ на 1%, ψ на 5%, KCU на 9,8 Дж/см².

Назначение. Турбинные лопатки, бандажи, скрепляющая проволока, детали, работающие в условиях коррозии, трубы и другие детали, работающие при температуре 450–500°С; детали, работающие в атмосферных условиях, речной и водопроводной воде, влажном паре, водных растворах солей и других слабоагрессивных средах.

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Окалиностойкая до 750°С			

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

1

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		108–137
5000	470	108
10000	500	88
5000	530	108

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода деминерализованная	300	1000	1
	Речная, водопроводная вода	—	3000	1–2
	Железо азотнокислое всех концентраций	20–$t_{кип}$		1
Точечная	Вода Атлантического океана	—	13000	3
Коррозионное растрескивание	Вода, насыщенная воздухом	150	Разрушение через 335–1345 ч	Напряжение 275 Н/мм²
Межкристаллитная	Проверка по ГОСТ 6032–89 не предусмотрена.			

Для повышения коррозионной стойкости рекомендуется термообработка по режиму: закалка с 950–1000°С в масле или на воздухе, отпуск при 650–700°С или применять полировку деталей.

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1100–800	Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД и КТ. Подогрев и последующая термообработка применяются в зависимости от метода сварки, вида и назначения конструкции.	В закаленном и отпущенном состоянии при 235 НВ и $\sigma_в$ = 735 Н/мм² K_V = 0,8 (твердый сплав), K_V = 0,5 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
20Х13 (2Х13)	**Сортовой прокат** — ГОСТ 5949–75, ТУ 108.17.1050–78, ТУ 108.11.853–87. **Прутки** — ГОСТ 18907–73, ГОСТ 18968–73, ГОСТ 19442–74, ТУ 14–1–5038–91. **Лист тонкий** — ГОСТ 5582–75, ТУ 14–1–2186–77. **Лист толстый** — ГОСТ 7350–77. **Поковки** — ГОСТ 25054–81, ОСТ 108.958.04–85. **Лента** — ГОСТ 4986–79. **Трубная заготовка** — ТУ 14–1–565–84. **Крепежные детали** — ТУ 26–0610–003–82. **Профили фасонные** — ТУ 14–1–1271–75. **Проволока** — ГОСТ 18143–72. **Заготовки лопаток турбин** — ОСТ 108.020.03–82, ОСТ 108.020.123–78.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72							Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	Cr	S	P	Fe	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_1
0,16–0,25	≤ 0,80	≤ 0,80	12,0–14,0	≤ 0,025	≤ 0,030	основа	810	900	710	660

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t,°C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4986–79	Отжиг или отпуск	740–800		0,05–0,2 0,2–2,0	—	490	8 16				
ГОСТ 5582–75	Отжиг или отпуск	740–800		0,7–3,9	—	490	20				
ГОСТ 5949–75	Закалка Отпуск	1000–1050 660–770	Воздух или масло Воздух, масло или вода	До 60[1]	440	650	16	55	78	—	126–197
	Закалка Отпуск	1000–1050 600–700	Воздух или масло Воздух или масло	До 60[1]	635	830	10	50	59	—	126–197
ГОСТ 7350–77	Нормализация или закалка Отпуск	1000–1050 680–780	Воздух С печью или воздух	4–50	375	510	20	—	—	—	—
ГОСТ 18143–72	В состоянии поставки: термообработанная		1 класс 2 класс	1,0–6,0	—	540–780	20 14	—	—	—	—
	нагартованная				—	980–1320	—	—	—	—	—
ГОСТ 18907–73	Термообработанные			1,0–30	—	510–780	14	—	—	—	126–197
ГОСТ 18968–73	Нормализация или закалка Отпуск	1000–1050 660–770	Воздух или масло Воздух	До 60[2]	490–655	670	18	50	69	—	207–241
ГОСТ 19442–74	Закалка Отпуск	1000–1050 660–770	Воздух или масло Воздух	До 60[1]	—	617–784	18	—	—	—	207–241

20Х13 (2Х13)	Механические свойства при комнатной температуре										
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t,°C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 25054–81	Закалка	1000–1050	Воздух или масло	До 200	441	647	16	50	64	—	197–248
	Отпуск	660–770	Воздух	Свыше 200 до 500			15	45	49		
				Свыше 500 до 1000			14	40	39		
ОСТ 108.020.03–82	Закалка	1080	Масло	Замок до 60[1]	490–657	666	18	50	68	—	207–241
	Отпуск	720	Воздух								
	Закалка	1060	Масло		568–755	755	14	50	58	—	229–269
	Отпуск	670	Воздух								

[1] Для стали диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается понижение δ на 1%, ψ на 5%, KCU на 4,9 Дж/см²; свыше 100 до 150 мм – δ на 3%, ψ на 10%, KCU на 9,8 Дж/см².
[2] Для стали диаметром или толщиной 61–100 мм допускается понижение δ на 1%, ψ на 5%, KCU на 5 Дж/см².
Механические свойства прутков и полос диаметром более 100 мм определяются на заготовках диаметром или толщиной 90–110 мм.
[3] Для прутков толщиной более 60мм допускается снижение δ на 1%.
[4] Для заготовок лопаток с толщиной замковой части более 60 мм, допускается снижение δ на 1%, ψ на 5%, KCU на 9,8 Дж/см².

Назначение. Клапаны гидравлических прессов, лопатки паровых турбин, тарелки и седла клапанов, поршневые кольца и другие детали, подвергающиеся ударным нагрузкам и работающие при температуре до 450–500°C; изделия, подвергающиеся воздействию слабоагрессивных сред.

Сталь может выплавляться с применением ЭШП и ВДП.

Жаростойкость				Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч
Среда	t,°C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч	1,0
Окалиностойкая до температуры 700°C				

Чувствительность к охрупчиванию при старении		
Время, ч	t,°C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		78
10000	550	108
1000	600	147

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t,°C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Деминерализованная вода	300	3000	1
Точечная	Вода Атлантического океана	—	13000	3
Коррозионное растрескивание	Вода, насыщенная воздухом, напряжение 275 Н/мм²	150		Разрушение через 335–1345 ч
Межкристаллитная	Проверка по ГОСТ 6032–89 не предусмотрена			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °C	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1100–750	Ограниченная свариваемость. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Подогрев и последующая термообработка применяются в зависимости от методи сварки, вида и назначения конструкции.	В закаленном и отпущенном состоянии при 241 НВ и $\sigma_в$ = 640 Н/мм² K_v = 0,70 (твердый сплав), K_v = 0,45 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
30Х13 (3Х13)	**Сортовой прокат** — ГОСТ 5949–75, ТУ 108.11.853–87. **Прутки** — ГОСТ 18907–73. **Поковки** — ГОСТ 25054–81, ОСТ 108.958.04–85. **Лист тонкий** — ГОСТ 5582–75, ТУ 14–1–2186–83, ТУ 14–1–3620–83. **Лента** — ГОСТ 4986–79. **Проволока** — ГОСТ 18143–72.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	Cr	S	P	Fe
0,26–0,35	≤ 0,80	≤ 0,80	12,0–14,0	≤ 0,025	≤ 0,030	основа

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
810	860	710	660

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4986–79	Отжиг или отпуск	740–800	С печью, масло или воздух	0,05–2,0	—	540	15	—	—	—	—
ГОСТ 5582–75	Отжиг или отпуск	740–780		0,7–3,9	—	540	17	—	—	—	—
ГОСТ 5949-75	Закалка Отпуск	950–1050 200–300	Масло Воздух или масло	до 200	Не определяются					≥ 48	131–217
ГОСТ 18143–72	В состоянии поставки термообработанная		1 класс 2 класс	1,0–6,0	—	590–830	16 12	—	—	—	—
ГОСТ 25054–81	Закалка Отпуск	1000–1050 700–750	Масло Воздух	До 200 Свыше 200 до 500 Свыше 500 до 1000	588	735	12 11 10	40 38 35	39 34 29		235–277

Назначение. Режущие и мерительные инструменты; валы крекинг–насосов, пружины, арматура; детали компрессоров и других изделий, работающие при температуре до 450°С, и в слабоагрессивных средах.

Сталь коррозионно–стойкая, мартенситного класса.

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Окалиностойкая при длительном сроке службы с температурой до 600°С			

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		54
20000	500	40
7000	550	49
5000	600	44

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода дистиллированная	20		2
	Вода шахтная (кислая, pH = 0,5)	20		1
	Промышленная атмосфера	20		3
	Пар – воздух	100	50	1
Точечная	Для повышения коррозионной стойкости рекомендуется производить отпуск при температуре 300°С или выше 650°С			
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная	Проверка на склонность к МКК по ГОСТ 6032–89 не предусмотрена.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1100–800	Не применяется для сварных конструкций.	В закаленном и отпущенном состоянии при 241 НВ и $\sigma_в$ = 735 Н/мм² K_V = 0,70 (твердый сплав), K_V = 0,45 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
40Х13 (4Х13)	Сортовой прокат — ГОСТ 5949–75, ТУ 108.11.853–87. Прутки — ГОСТ 18907–73. Лист тонкий — ГОСТ 5582–75, ТУ 14–1–2186–77. Проволока — ГОСТ 18143–72.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	Cr	Fe	S	P
0,36–0,45	≤ 0,80	≤ 0,80	12,0–14,0	основа	≤ 0,025	≤ 0,030

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
820	870	780	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 5582–75	Отжиг или отпуск	740–800		0,7–3,9		550	15				
ГОСТ 5949–75	Закалка	1000–1050	Масло	до 200	Не определяются					≥ 50	143–229
	Отпуск	200–300	Воздух или масло								
ГОСТ 18143–72	В состоянии поставки термообработанная			1,0–6,0		640–880	1 класс 14 2 класс 10				
ГОСТ 18907–73	В состоянии поставки термообработанная			1,0–30		590–810	10				143–229

Назначение. Втулки, оси, валы, пружины, рессоры, корпуса, цапфы, лопасти, бандажи паровых турбин, диски, работающие при температуре до 400–450°С, карбюраторные иглы, болты, гайки и другие детали, работающие в коррозионных средах.

Сталь коррозионно-стойкая мартенситного класса, характеризуется высокой прочностью и жаростойкостью.

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Окалиностойкая при длительном сроке службы до температуры 600°С			

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^7 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		21
5000	470	22

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Концентрированная H_2SO_4	20	720	1
	63,4% H_2SO_4	40	24	4
	24% аммиак	20	720	1
Точечная	Для повышения коррозионной стойкости рекомендуется производить закалку и отпуск при температуре 250–300°С.			
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная	Проверка на склонность к МКК по ГОСТ 6032–89 не предусмотрена.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1100–800	Не применяется для сварных конструкций.	В закаленном и отпущенном состоянии при 340 НВ и $\sigma_в \geq 735$ Н/мм² $K_т = 0,6$ (твердый сплав), $K_т = 0,4$ (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
08Х14МФ	**Трубная заготовка** — ТУ 14-1-1529-93. **Трубы** — ТУ 14-188-45-80, ТУ 14-3-1808-91. **Поковки** — ТУ 302-02-123-91. **Лист** — ТУ 14-134-281-91, ТУ 14-1-4840-90, ТУ 14-1-4841-90.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14-1-1529-93								Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	Cr	Mo	V	S	P	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,05–0,10	0,20–0,45	0,80–1,20	13,0–14,8	0,20–0,40	0,15–0,30	≤ 0,020	≤ 0,035	810–820	890–910	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{т2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t,°C	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 14-1-1529-93	Нормализация	1000–1030	Воздух	80–270	540	345	20	60	160	—	170
	Отпуск	750–780	Воздух								
ТУ 14-188-45-80	Нормализация	1000–1030	Воздух	36–40	539	343	20	50	—	—	—
	Отпуск	750–780	Воздух								
ТУ 302-02-123-91	Нормализация	1000–1030	Воздух	600	550	350	20	50	—	—	
	Отпуск	750–780	Воздух								
ТУ 14-134-281-91	Нормализация	1000–1030	Воздух	6–10	450	300	22	50	—	—	
	Отпуск	750–780	Воздух								
ТУ 14-3-1808-91	Отпуск	750–780	Воздух	1,2–3,0	450	250	22	—	—	—	—
ТУ 14-1-4840-90	Отжиг	750–780	С печью	0,5–30	450	300	22	—	—	—	—
ТУ 14-1-4841-90	Отжиг	750–780	С печью	0,5–30	450	300	22	—	—	—	—

08Х14МФ

Назначение. Трубы теплообменного оборудования и трубопроводные трубы, лист, поковки для энергооборудования, а также оборудования пищевой промышленности.

Предел выносливости на базе 10^7 циклов		Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч		
t,°C	σ_{-1}			
Гладкие образцы		Чувствительность к охрупчиванию при старении		
20	328	Время, ч	t,°C	KCV, Дж/см²
350	250	Исходное состояние		160
Образцы с надрезом		500	350	143
20	201	1000	350	140
350	186	3000	350	116
Сварные образцы (РДС электродом ЦЛ-51)		5000	350	128
		10000	350	83
20	348	1000	550	152
350	245	3000	550	160
		5000	550	145

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t,°C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Деминерализованная вода, $[O_2] \le 1$ мг/кг	320	2000	1
		70	2000	1
	Промышленная атмосфера	—	5000	1
Точечная	Деминерализованная вода, $[O_2] \le 1$ мг/кг	70	2000	Питтинги отсутствуют
	Промышленная атмосфера	—	5000	
Коррозионное растрескивание	42%Mg Cl_2	154	500	Трещин нет
	Вода, содержащая 1 мг/кг Cl^- и до 6,0 мг/кг O_2	350	3000	Трещин нет
Межкристаллитная				

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1250–750	Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ. Рекомендуется последующая термообработка.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 170 НВ и $\sigma_в$ = 350 Н/мм² K_v = 3,0 (твердый сплав)

Марка стали	Вид поставки
03Х14ГНФ–ВИ	Лист — ТУ 14–134–325–93.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14–134–325–93								Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	N	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
≤ 0,03	0,05–0,20	0,40–0,70	14,0–15,0	1,00–2,00	0,10–0,30	≤ 0,50	≤ 0,10	680–710	750–780	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t,°C	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 14–134–325–93	Отжиг	670–700	С печью	0,5–5,0	295	480	—	—	—	—	160

Назначение. Для изготовления кузовов МВ ПС нового поколения электропоездов, поездов метрополитена, пассажирских вагонов дальнего следования и др. подвижного состава.

Жаростойкость				Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч
Среда	t,°C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч	
Окалиностойкая до температуры 750°С				

Чувствительность к охрупчиванию при старении		
Время, ч	t,°C	KCV, Дж/см²
Исходное состояние		

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t,°C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	0,3% раствор H_2SO_4	20		1
	3% раствор H_2SO_4	20		5
	3% раствор NaCl	20		1
Точечная				
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная				

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1200–800	Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.	В отожженном состоянии при 160 НВ и $\sigma_в$ = 295 Н/мм² K_v = 3,9 (твердый сплав)

Марка стали	Вид поставки
10Х14Г14Н4Т (Х14Г14Н3Т, ЭИ 711)	Сортовой прокат — ГОСТ 5949–75. Поковки — ГОСТ 25054–81. Лист тонкий — ГОСТ 5582–75. Лист толстый — ГОСТ 7350–77. Трубная заготовка — ТУ 14–1–170–72. Труба — ТУ 14–3–59–72.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72									Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	Cr	Ni	Fe	Ti	S	P	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
≤ 0,10	≤ 0,80	13,0–15,0	13,0–15,0	2,80–4,50	основа	5 × (C–0,02) – 0,60	≤ 0,020	≤ 0,035				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5582–75	Закалка	1050–1080	Вода	0,7–3,9	295	690	35	—	—	—	—
ГОСТ 5949–75	Закалка	1000–1080	Вода, масло или воздух	До 60[1]	245	640	35	50	—	—	—
ГОСТ 7350–77	Закалка	1050–1080	Воздух или вода	4,0–50	245	590	40	—	—	—	—
ГОСТ 25054–81	Закалка	1000–1080	Вода	До 1600	245	637	По согласованию				
ТУ 14–3–59–72	Закалка	1050–1080	Вода, масло или воздух			600	35	—	—	—	—

[1] Для стали диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается снижение δ на 1%, ψ на 5%; свыше 100 до 150 мм – δ на 3%, ψ на 10%.

Назначение. Детали отпускных печей, сварное оборудование, работающее в средах химических производств слабой агрессивности, а так же криогенной техники до температуры –253°С.

Сталь коррозионно–стойкая аустенитного класса, может применяться как жаропрочная до 650°С в воздушной среде.

Жаростойкость				Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч	+ 20	0	– 20	– 60	– 100	– 196	
Окалиностойкая до 650°С				—	—	—	350	320	190	

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Уксусный ангидрид	20		1
		80		2
	Парафин	100		1
	20% H_2O_2	20		1
	Вода дистиллированная	20		2
Точечная	—	—	—	—
Коррозионное растрескивание	Вода, содержащая Cl^- и O_2	320	Разрушение через 100 ч	Напряжение 300–200 Н/мм²
Межкристаллитная	Сталь не склонна к МКК в закаленном состоянии. После нагрева в интервале температур 600–650°С может приобрести склонность к МКК. Проверка на склонность к МКК производится по ГОСТ 6032–89 метод А после закалки и провоцирующего нагрева до 650°С, выдержка 1 ч.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1160–800	Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В состоянии закалки при $\sigma_в$ = 640 Н/мм² K_V = 0,6 (твердый сплав), K_O = 0,3 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
04Х14Н5МГТЮ	Пруток — ТУ 108.1377–85.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 108.1377–85

C	Si	Mn	S	P	Cr
≤ 0,04	≤ 0,70	1,00–1,50	≤ 0,020	≤ 0,020	14,0–15,0

Ni	Mo	Ti	Al	B
5,00–6,00	0,80–1,10	0,10–0,20	0,10–0,20	0,001–0,003

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mн	Mк
590	760	—	—	240	120

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ТУ 108.1377–85	Закалка	900–920	Вода	120	833	980	13	70	158	30	
	Закалка	900–920	Вода		1038	1127	14	65	84	40	
	Отпуск	450	Воздух								
	Закалка	900–920	Вода		1048	1078	16	67	181	38	
	Отпуск	500	Воздух								

Назначение. Зубчатые колеса и вал–шестерни и другие крепежные детали перегрузочной машины системы управления защиты АЭС.

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Борированная вода [H_2BO_3] – 16 г/кг [KOH] – 0,02 ммоль/кг	До 350	3000	1
Точечная	Борированная вода [H_2BO_3] – 16 г/кг [KOH] – 0,02 ммоль/кг	350	3000	Отсутствует
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная				

Предел выносливости, Н/мм²: σ_{-1}	τ_{-1}	Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С: + 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	Термообработка

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Условия охлаждения	из заготовок: Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, ЭШ и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В закаленном состоянии при 285 НВ и $\sigma_в$ = 980 Н/мм² K_v = 0,5 (твердый сплав), K_v = 0,24 (быстрорежущая сталь)	Склонность к отпускной хрупкости

Марка стали	Вид поставки
05Х14Н5ДМ	Поковки. Толстый лист.

Массовая доля элементов, %

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu
≤ 0,06	≤ 0,40	0,40–0,80	≤ 0,025	≤ 0,025	13,5–15,0	4,50–5,50	0,60–1,50	—	0,80–1,10

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Мн	Мк
620–650	720–790	—	—	180–250	50

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	t испытания, °С	НВ
					не менее						
ЛЦ	Предварительная			ø 870–1270 длина 3500[1]	Поковки корпуса коллектора пароперегревателя						
	Гомогенизация	1030–1050	Воздух		714	891	21,7	67,9	148	20	
	Отпуск	600–620	С печью		733	878	22,3	69,8	168		
					706	835	20,3	64,0	177	100	
					692	825	21,7	69,8	162		
					665	785	16,7	67,9	186	200	
					679	790	17,0	64,0	176		
					618	773	14,0	59,9	179	300	
					648	769	16,7	59,9	175		
					641	758	14,7	62,3	182	350	
					630	751	15,3	62,3	153		
					621	747	13,3	55,6	174	400	
					601	727	14,7	62,3	174		
					599	709	14,3	62,3	168	450	
					584	721	14,3	62,3	161		
					577	633	18,0	66,0	177	500	
					568	672	16,7	64,0	177		
	Окончательная										
	Нормализация	960–980	Воздух								
	Отпуск	600–620	С печью								
	Нормализация (10 ч)	950	Воздух		798	955	22,5	58,7	81	20	
	Отпуск (20 ч)	610	С печью		696	768	13,8	44,9	106	350	
	Старение (3000 ч)	450	Воздух		665	752	14,2	37,0	98	400	
					608	690	15,7	48,4	93	450	
	Предварительная термообработка			ø 2110 толщина 460	Поковки дисков ТГЭ – 150						
	Отпуск	620–640	С печью 30°С/ч		Не определяются						
	Отпуск	600–620	С печью 30°С/ч до 300°С, далее 15°С/ч								
	Окончательная термообработка										
	Нормализация	960–980	Воздух		748	896	19,0	58,0	104	20	
	Отпуск	550–570	Воздух		757	894	19,0	59,0	104		
					688	758	18,4	61,0	—	200	
					699	755	17,0	63,0			
					540	580	13,2	64,0	—	500	
					541	593	17,0	65,5			
	Дополнительная термообработка				Диск I ступени (наружное кольцо)						
					860	935	26,0	59,0	82	20	
					850	930	19,6	60,0	88		
					730	795	14,0	58,0	—	200	
					760	800	15,6	59,0			
					590	610	12,0	54,5	—	500	
					585	605	13,2	61,0			
	Аустенитизация	700–710	Воздух до 300°С, далее с печью		Диск I ступени (внутреннее кольцо 1/3 от поверхности)						
					810	910	20,0	61,0	107	20	
					820	920	20,0	56,5	111		
	Отпуск	480–500	С печью до 300°С, далее на воздухе		740	785	14,0	58,0	—	200	
					740	775	14,6	57,0			
					585	610	12,0	57,0	—	500	
					595	610	13,3	62,0			

05Х14Н5ДМ	Механические свойства при комнатной температуре										
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	t испытания, °С	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ДЦ	Дополнительная термообработка			ø 1840 толщина 680	Диск IV ступени (наружное кольцо)						
					819	912	20,0	59,5	90	20	
					821	914	20,0	59,5	94		
					710	825	13,4	57,5	—	200	
					700	805	15,0	58,0			
	Аустенитизация	700–710	Воздух до 300°С, далее с печью		565	620	10,0	61,5	—	500	
					560	610	10,2	59,0			
					Диск IV ступени (внутреннее кольцо 1/3 от поверхности)						
					820	910	21,2	64,5	129	20	
					810	900	20,0	65,0	135		
	Отпуск	480–500	С печью до 300°С, далее на воздухе		695	775	16,6	62,5	—	200	
					705	775	15,0	67,0			
					570	595	13,3	63,0	—	500	
					570	605	10,7	63,0			
	Нормализация	1030–1050	Воздух	200	Лист						
					1019	1078	12,4	43,7	111	20	
					996	1049	14,0	48,6	117		
	Отпуск	570–580			804	921	10,0	47,4	96	360	
					823	907	10,0	43,7	96		

[1] Механические свойства металла промышленных поковок сечением 200 и 340 мм определяли на образцах, вырезанных в тангенциальном, радиальном и продольном направлениях.

Назначение. Корпусные детали насосов, коллекторов, диски I и IV ступени газовых турбин, сварно-кованые конструкции рабочих колес гидротурбин, а также сосуды и аппараты, работающие при температуре минус 196°С и другие детали криогенной техники.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка	Ударная вязкость, KCV, Дж/см², при t, °С							Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+20	0	–20	–40	–60	–80	–196	
375[2]	—	10^7	Нормализация 950°С, нормализация 800°С, отпуск 620°С.	148–157	153–156	143–146	132–137	118–127	116–117	46–48	Нормализация 970°С, отпуск 610°С.
				148	125	153	140	140	117	49	Нормализация 970°С, 2ая нормализация 790°С, отпуск 590°С.
[2] Среда испытания — воздух.				161	156	147	136	128	116	52	

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода [H_3BO_3] – 16 г/кг, [KOH] – 0,02 г/кг РН 8,25 (борированная вода)	350	3000	I
		20	1500	I
		100	1000	I
Точечная	Борированная вода	350	3000	Отсутствует
		20	1500	Отсутствует
Коррозионное растрескивание	3% раствор NaCl	Кипение	1000	При $\sigma \geq \sigma_{0,2}$ разрушений нет
	Вода с [Cl⁻] – 200 мг/кг	350	2000	
Межкристаллитная	Проверка на стойкость против МКК проводится по инструкции ИПК 01–99.			

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–800			До ø 2110 δ = 460	Копеж при 600–650°С, охлаждение до температуры 100–150°С.
Заготовка	1180–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД и РАД. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В состоянии нормализации и отпуска при $\sigma_в$ = 935–955 Н/мм² K_v = 0,42 (твердый сплав). K_v = 0,17 (быстрорежущая сталь)	
		Склонность к отпускной хрупкости

Марка стали	Вид поставки
06Х15Н6МБФ	Лист толстый.

Массовая доля элементов[1], %

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Nb
≤ 0,06	≤ 0,40	≤ 0,40	≤ 0,025	≤ 0,025	13,5–15,0	5,50–6,00	0,35–0,60	0,05–0,08	≤ 0,60	0,05–0,10

[1] В сталь вводятся по расчету Al – 0,1%, Ce – 0,1%, Ca – 0,02%, Ti – 0,02%.

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Мн	Мк
640–650	760–770	—	—	200	50[2]

[2] Температура нагрева 950°С.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
					не менее						
ДП	Состояние поставки			120 × × 2600 × × 6900	Верх листа						
					720 740	960 980	16,0 17,5	54 56	103–105	—	300
					Низ листа						
					780 800	990 990	18,0 18,5	56 60	93–97	—	321
					Середина листа						
					770 780	980 980	17,0 17,5	57 58	115–122	—	311
	Состояние поставки			120 × × 2600 × × 7130	Верх листа						
					730 730	960 980	18,5 18,5	54 56	96–104	—	293
					Низ листа						
					720 720	970 970	18,5 19,5	57 58	112–115	—	311
					Середина листа						
					740 750	970 970	18,0 18,5	55 57	116–118	—	302

Назначение. Детали сварно-кованых и штампованных конструкций, лопасти и рабочие колеса гидротурбин, гребные винты и др.

Кавитационная стойкость

120 мм проката стали марки 06Х15Н6МБФ в сравнении с гидротурбинными марками сталей

Марка стали	Потери массы, мг: 1 ч	2 ч	3 ч	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	НВ	Коэффициент стойкости стали относительно эталона
06Х15Н6МБФ (верх листа)	7,2	18,0	33,7[1]	730	269	2,07
06Х15Н6МБФ (середина листа)	8,2	21,9	33,5	770	269	2,09
06Х15Н6МБФ (низ листа)	8,6	19,9	30,8	790	269	2,27
06Х12Н3Д	13,0	31,4	50,3	550	230	1,39
10Х12НД	15,5	43,0	75,0	550	190	0,93
06Х16Н5Д	—	—	45,0	600	250	1,56
12Х18Н10Т (эталон)	—	—	70,0	200	130	1,00
Ст3	—	—	243,0	250	150	0,29

Испытания проводились в водопроводной воде на низкочастотной магнитострикционной установке мощностью 600 Вт при амплитуде колебаний никелевого вибратора 70 мкм с частотой 4000 Гц.

[1] Средние по замерам 3 образцов.

Предел выносливости, Н/мм²			Среда	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
490	—	10^7	Воздух							
480	—	10^7	Вода пресная							

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1200–900		Замедленное до температуры отпуска 620–640°С		Замедленное до температуры отпуска 600–830°С
Заготовка	1100–980				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД под флюсом и газовой защитой, ЭШ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка. КТ – без ограничений.	В состоянии поставки при 293 НВ и $\sigma_в$ = 980 Н/мм² K_v = 0,4 (твердый сплав)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
08Х17Т (0Х17Т, ЭИ 645)	**Сортовой прокат** — ГОСТ 5949–75. **Лист тонкий** — ГОСТ 5582–75. **Лист толстый** — ГОСТ 7350–77. **Лист двухслойный** — ГОСТ 10885–85. **Трубная заготовка** — ТУ 14–1–565–84. **Трубы** — ГОСТ 9940–81, ГОСТ 9941–81.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	Cr	Ti	Fe	S	P
≤ 0,08	≤ 0,80	≤ 0,80	16,0–18,0	5 × C – 0,80	основа	≤ 0,035	≤ 0,025

Температура критических точек, °С

Ac_3	Ac_2	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5582–75	Отжиг или отпуск	740–780	Воздух	0,7–3,9	—	460	20	—	—	—	—
ГОСТ 5949–75	Отжиг	760–780	Воздух	До 200	По согласованию						
ГОСТ 7350–77	Отжиг или отпуск	760–780	Воздух	4–25[1]	—	440	18	—	—	—	—
ГОСТ 9940–81	В состоянии поставки термообработанные			ø 57–219 s 3,5–32	—	372	17				
ГОСТ 9941–81				ø 21–273 s 0,2–22	—	372	17				

[1] Для листов толщиной свыше 25 мм механические свойства не нормируются, определение обязательно.

Назначение. Адсорбционные башни, теплообменники для горячих нитридных газов и горячей азотной кислоты, трубопроводы, аппараты и сосуды, работающие в разбавленных растворах уксусной, азотной, лимонной кислот, а также другие детали, работающие в средах средней агрессивности, сварные конструкции, не подвергающиеся ударным нагрузкам, работающие при температурах до – 20°С.

Сталь коррозионно–стойкая и жаростойкая ферритного класса.

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Окалиностойкая до температуры 850°С.			

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		

Склонна к отпускной хрупкости после длительных выдержек при температуре 475°С.

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	20–60% HNO_3	20–50	—	1
	Водный раствор аммиака	До 100	—	1
	50–80% аммиачная селитра	Кипящая	—	1
	Смесь $HNO_3 + H_3PO_4 + HF$	60	—	1
Точечная				
Коррозионное растрескивание	Устойчива к коррозионному растрескиванию в водных средах, содержащих хлориды и кислород			
Межкристаллитная	Не склонна к МКК при испытании по методам АМ и АМУ ГОСТ 6032–89 после провоцирующего нагрева при 1100°С в течение 30 мин.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1150–800	Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД. Рекомендуется последующая термообработка.	—

Марка стали	Вид поставки
12Х17 (Х17, ЭЖ 17)	**Сортовой прокат** — ГОСТ 5949–75. **Лист тонкий** — ГОСТ 5582–75. **Лист толстый** — ГОСТ 7350–77. **Трубная заготовка** — ТУ 14–1–565–84. **Трубы** — ГОСТ 9940–81, ГОСТ 9941–81. **Профили фасонные** — ТУ 14–1–1271–75.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72							Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	Cr	Fe	S	P	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
≤ 0,12	≤ 0,80	≤ 0,80	16,0–18,0	основа	≤ 0,025	≤ 0,035	860	—	810	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5582–75	Отжиг или отпуск	740–780	Воздух	0,7–3,9	—	490	20	—	—	—	—
ГОСТ 5949–75	Отжиг	760–780	Воздух или вода	До 60[1]	245	390	20	50	—	—	126–197
ГОСТ 7350–77	Отжиг или отпуск	760–780	Воздух или с печью	4–25[2]	—	440	18	—	—	—	—
ГОСТ 9940–81	В состоянии поставки термообработанные			ø 57–219 ≤ 3,5–28	—	441	17	—	—	—	—
ГОСТ 9941–81	В состоянии поставки термообработанные			ø 21–273 ≤ 0,3–22	—	441	17	—	—	—	—

[1] Для стали диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается снижение δ на 1%, ψ на 5%; свыше 100 до 150 мм – δ на 3%, ψ на 10%.
[2] Для листов толщиной свыше 25 мм механические свойства не нормируются, определение обязательно.

Назначение. Адсорбционные башни, теплообменники для горячих нитрозных газов и горячей азотной кислоты, крепежные детали, валики, втулки и другие детали аппаратов и сосудов, работающие в разбавленных растворах азотной, уксусной, лимонной кислот, в растворах солей, обладающих окислительными свойствами и др.

Сталь коррозионно-стойкая и жаростойкая ферритного класса.

Жаростойкость				Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч
Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч	
Окалиностойкая до температуры 850°С.				**Чувствительность к охрупчиванию при старении**
				Время, ч / t, °С / KCU, Дж/см²: Исходное состояние
				Склонна к отпускной хрупкости после длительной выдержки при температуре 475°С.

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	1% лимонная кислота	20		1
		кипящая		3
	Концентрированная уксусная кислота	20		1
		75		3
	Концентрированная HNO_3	20		1
	60% HNO_3	60		2
Точечная				
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная				

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1150–800	Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД. Рекомендуется последующая термообработка.	В состоянии закалки и отпуска при 320 НВ и $\sigma_в \le 1100$ Н/мм² $K_v = 0,5$ (твердый сплав), $K_v = 0,3$ (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
14Х17Н2 (ЭИ268, ЭИ 268)	**Сортовой прокат** — ГОСТ 5949–75. **Лист тонкий** — ГОСТ 5582–75, ТУ 14–1–2186–77. **Лист толстый** — ГОСТ 7350–77. **Поковки** — ГОСТ 25054–81, ОСТ 108.958.04–85. **Прутки** — ГОСТ 18907–73, ТУ 108.11.853–87, ТУ 14–1–5038–91. **Арматура трубопроводная** — ТУ 26–07–1165–77. **Крепежные детали** — ТУ 26–0610–003–82.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72								Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	Cr	Ni	Fe	S	P	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,11–0,17	≤ 0,80	≤ 0,80	16,0–18,0	1,50–2,50	основа	≤ 0,025	≤ 0,030	730–740	845	700	—

Механические свойства при комнатной температуре

ВД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5582–75	Закалка Отпуск	950–975 275–350	Масло Воздух	0,7–3,9	—	1080	10	—	—	—	—
	Отжиг или отпуск	650–700		0,7–3,9	По согласованию						
ГОСТ 5949–75	Закалка Отпуск	975–1040 275–350	Масло Воздух	До 60[1]	835	1080	10	30	49	—	≤ 285
ГОСТ 7350–77	Закалка Отпуск	960–1050 275–350	Вода или воздух Воздух	4–50	885	1080	10	—	—	—	—
ГОСТ 25054–81	Закалка Отпуск	980–1020 680–700	Масло Воздух	До 200 Свыше 200 до 500 Свыше 500 до 1000	539	686	15 13 12	40 35 30	59 54 49		248–293

[1] Для стали диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается снижение δ на 1%, ψ на 5%, KCU на 4,9 Дж/см²; свыше 100 до 150 мм – δ на 3%, ψ на 10%, KCU на 9,8 Дж/см².

Назначение. Детали и узлы основного оборудования и трубопроводов АЭС, рабочие лопатки, диски, валы, втулки, фланцы, крепеж и другие детали, работающие в воздушной среде при температуре до 800°С; детали компрессорных машин, работающие на нитрозном газе.

Сталь коррозионно-стойкая и жаропрочная мартенситно-ферритного класса.

Жаростойкость				Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч
Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч	
Окалиностойкая до 800 °С				

Чувствительность к охрупчиванию при старении		
Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		137
340	100	118
340	3000	98
450	100	69
450	3000	29

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода деминерализованная Морская вода	300 —	3000 2200	1 1
Точечная	—	—	—	—
Коррозионное растрескивание	Вода, содержащая 1 г/кг Cl^-, 50 мг/кг O_2	350	Разрушение через 1000 ч	Напряжение выше предела текучести
Межкристаллитная	Проверка на склонность к МКК по ГОСТ 6032–89 не предусмотрена. Сварные соединения в зоне термического влияния обладают пониженной коррозионной стойкостью, поэтому после сварки необходим отпуск при 680–700°С в течение 0,5–1 часа.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1150–800	Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, КТ	В закаленном и отпущенном состоянии при 330 НВ и $\sigma_в$ = 1078 Н/мм² K_V = 0,60 (твердый сплав), K_V = 0,30 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
10Х17Н13М2Т (Х17Н13М2Т, ЭИ 448)	Сортовой прокат — ГОСТ 5949–75. Поковки —ГОСТ 25054–81. Лист тонкий — ГОСТ 5582–75. Лист толстый — ГОСТ 7350–77. Лист двухслойный — ГОСТ 10885–85. Трубная заготовка — ТУ 14–134–323–93, ТУ 14–1–565–84. Трубы — ГОСТ 9940–81, ГОСТ 9941–81, ГОСТ 11068–81, ТУ 14–3–586–77. Лента — ГОСТ 4986–79. Проволока — ГОСТ 18143–72.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632—72

C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Fe	S	P	Ti
≤ 0,10	≤ 0,80	≤ 2,00	16,0–18,0	2,00–3,00	12,0–14,0	основа	≤ 0,020	≤ 0,035	5 × C – 0,70

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1

Механические свойства при комнатной температуре

ГД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5582–75	Закалка	1050–1080	Вода или воздух	0,7–3,9	225	530	38				
ГОСТ 5949–75	Закалка	1050–1100	Воздух, масло или вода	До 60[1]	215	510	40	55			
ГОСТ 7350–77	Закалка	1030–1080	Вода или воздух	4–50	235	530	37				
ГОСТ 9940–81	В состоянии поставки			о 57–219 с 3,5–32		529	35				
ГОСТ 9941–81				н 5–273 с 0,2–22		529	35				
ГОСТ 25054–81	Закалка	1050–1100	Вода или воздух	До 200 201–500 501–1000	196	510	38 36 30	50 47 45			200

[1] Для стали диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается снижение δ на 1%, ψ на 5%; свыше 100 до 150 мм – δ на 3%, ψ на 10%.

Назначение. Аппараты и сосуды, работающие в средах повышенной агрессивности (растворах фосфорной, уксусной, серной, лимонной и др. кислот), а также лопатки газодувок, штампуемые из листовой стали; заклепки, изготовляемые методом горячей высадки; поковки дисков, покрышки; валы, другие детали компрессорных машин; детали турбин.

Сталь коррозионно-стойкая аустенитного класса.

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Жаростойкая при длительных сроках службы до температуры 600°С			

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда		t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Лимонная кислота, 50%		кипение		1
	H_2SO_4, 25%		до 75		1
	H_3PO_4	25%	кипение		1
		40%	до 100		1
Точечная	Повышенная стойкость по сравнению со сталью типа 18–8				
Коррозионное растрескивание	42% $MgCl_2$		154	Разрушение через 5–25 ч	Напряжение выше предела текучести
Межкристаллитная	Устойчива к МКК при испытании по ГОСТ 6032–89 методами АМ и АМУ, после закалки и отпуска при 650°С 1 ч				

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1180–850	Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД (электроды ЭА–400/10у, ЭНТУ–3М, ЦЛ–4 и др.), РАД, АФ.	В термически обработанном состоянии при 270 НВ K_v = 0,85 (твердый сплав), K_v = 0,5 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
10Х17Н13М3Т (Х17Н13М3Т, ЭИ 432)	**Сортовой прокат** — ГОСТ 5949–75. **Поковки** — ГОСТ 25054–81. **Прутки** — ТУ 14–1–748–73. **Лист тонкий** — ГОСТ 5582–75. **Лист толстый** — ГОСТ 7350–77. **Лист двухслойный** — ГОСТ 10885–85. **Трубная заготовка** — ТУ 14–1–565–84. **Трубы** — ГОСТ 11068–81. **Лента** — ГОСТ 4986–79. **Проволока** — ГОСТ 18143–72, ТУ 108.11.992–88. **Профили фасонные** — ТУ 14–1–1271–75.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Ti	Fe	S	P	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
≤ 0,10	≤ 0,80	≤ 2,00	16,0–18,0	12,0–14,0	3,00–4,00	5 × C –0,70	основа	≤ 0,020	≤ 0,035				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 4986–79	Закалка	1050–1080	Вода или воздух	0,05–0,2	—	530	20	—	—	—	—
				Свыше 0,2–2,0			40				
ГОСТ 5582–75	Закалка	1050–1080	Вода или воздух	0,7–3,9	—	530	38	—	—	—	—
ГОСТ 5949–75	Закалка	1050–1100	Вода, масло, воздух	До 60[1]	196	530	40	55	—	—	—
ГОСТ 7350–77	Закалка	1030–1080	Вода или воздух	4–50	235	530	37	—	—	—	—
ГОСТ 11068–81	В состоянии поставки			ø 8 – 102 s 1,0–4,0	По согласованию						
ГОСТ 18143–72	Термообработанная		1 класс	1,0–6,0	—	540–830	25	—	—	—	—
			2 класс				20				
	Нагартованная				—	1080–1420	—	—	—	—	—

10Х17Н13М3Т (Х17Н13М3Т, ЭИ 432)

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t,°C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 25054–81	Закалка	1050–1100	Вода или воздух	До 200	196	510	38	50	—	—	200
				Свыше 200 до 500			36	45			
				Свыше 500 до 1000			30	40			

[1] Для стали диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается понижение δ на 1%, ψ на 5%; свыше 100 до 150 мм – δ на 3%, ψ на 10%.

Назначение. Аппараты и сосуды, работающие в средах повышенной агрессивности. Лопатки газодувок, штампуемых из листовой стали; заклепки, изготовляемые методом горячей высадки; поковки дисков, покрышек, валов и других деталей компрессорных машин; детали турбин.

Сталь коррозионно-стойкая аустенитного класса.

Жаростойкость			
Среда	t,°C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Окалиностойкая при длительном сроке службы при температуре до 600°С			

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении		
Время, ч	t,°C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t,°C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Лимонная кислота 50%	Кипение		1
	H_2SO_4 25%	До 75		1
	H_3PO_4 25%	Кипение		1
	H_3PO_4 40%	До 100		1
Точечная	Повышенная стойкость по сравнению со сталью типа 18–8.			
Коррозионное растрескивание	42% $MgCl_2$	154	Разрушение через 5–25 ч	Напряжение выше предела текучести
Межкристаллитная	Устойчива к МКК при испытании по ГОСТ 6032–89, методы АМ и АМУ, после закалки и отпуска при 650°С.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1160–850	Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД (электроды ЭА-400/10у, ЭНТУ-3М, ЦЛ-4 и др.), РАД, АФ, ЭШ и КТ.	В состоянии закалки при 137–143 НВ и $\sigma_в$ = 580 Н/мм² K_v = 0,9 (твердый сплав)

Марка стали	Вид поставки
015Х18М2Б–ВИ (ЭП 882–ВИ)	**Трубная заготовка** — ТУ 14–1–2466–78, ТУ 14–1–2465–78. **Трубы** — ТУ 14–3–1405–86, ТУ 14–242–136–75. **Лист** — ТУ 14–1–2194–77. **Проволока сварочная** — ТУ 14–1–2395–78.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14–1–2466–78

C	Si	Mn	Cr	Mo	Nb	Ni	Fe	S	P	Cu	Al	N	Ce
≤ 0,015	≤ 0,3	≤ 0,5	16,5–18,5	1,5–2,5	0,15–0,25	≤ 0,3	основа	≤ 0,02	≤ 0,015	≤ 0,15	≤ 0,2	≤ 0,015	По расчету 0,05

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 14–1–2466–78	Отжиг	800	Вода	ø 20–25	245	373	22	55			
ТУ 14–3–1405–86	Отжиг	930	Вода	ø 13–76 s 1,2–10	245	373	22	—			182
ТУ 14–1–2194–77	Отжиг	840–860	Вода	5–20	274	441	30	—			

Назначение. Сталь предназначена для изготовления теплообменного оборудования энергетических установок, работающих в условиях воздействия пароводяной среды высоких параметров (трубные системы сепараторов–пароперегревателей, парогенераторов, бойлеров, конденсаторов, греющих секций испарителей, а также трубных досок и корпусов теплообменников с толщиной стенки не более 10 мм). Максимальная температура эксплуатации в указанных условиях – 350°С. Сталь рекомендуется для применения в химической, нефтеперерабатывающей, пищевой и целлюлозно–бумажной промышленности, а также в условиях, где требуется высокая устойчивость к хлоридному растрескиванию.

Сталь может быть использована как жаростойкий материал для ненагруженных деталей, работающих при температуре до 900°С.

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Воздух	800	0,0026	3000
	1000	0,0064	800
Пар	700	0,0010	3000
	800	0,0066	3000
Продукты сгорания природного газа: 13% CO_2, 11% H_2O, 3% O_2, 0,15% SO_2, остальное N_2	800	0,0068	3000

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °С	KCV, Дж/см²
Исходное состояние		255–363
3000	350	118–216
3000	450	3–5

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода высоких параметров, содержащая от 1 до 50 мг/кг хлор-ионов и 0,3–6 мг/кг кислорода	350	3000	1
Точечная	То же	350	3000	Питтинги отсутствуют
Коррозионное растрескивание	42% $MgCl_2$	154	1000	Трещин не обнаружено
	25% NaCl + 0,5% $K_2Cr_2O_7$	200	1000	Трещин не обнаружено
	200 мг/кг Cl^-, 0,3–6 мг/кг кислорода	320	3000	Трещин не обнаружено
Межкристаллитная	Сталь не склонна к МКК при испытании по методам АМ и АМУ ГОСТ 6032–89.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1050–750	Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД и РАД. Предварительный подогрев и последующая термообработка не требуются.	В состоянии отжига при 182 НВ и $\sigma_в$ = 480 Н/мм² K_v = 1,1 (твердый сплав), K_v = 0,75 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
01Х18М2Т–ВИ	Трубная заготовка — ТУ 14–1–3547–83. Трубы — ТУ 14–3–1275–83. Проволока сварочная — ТУ 14–1–3996–85.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14–1–3547–83

C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Fe	S	P	Cu	N	Ti
≤ 0,01	≤ 0,50	≤ 0,70	17,0–19,0	1,80–2,50	≤ 0,40	осно-ва	≤ 0,015	≤ 0,015	≤ 0,15	≤ 0,01	0,25–0,45

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 14–3–1275–83	Закалка	900	Вода	ø 25–75 s 2,0–3,0	215	392	25				

Назначение. Сталь предназначена для изготовления теплообменного химического и нефтехимического оборудования, эксплуатирующегося при температурах от 20 до 300°С, в средах производства каустической соды, хлорорганических продуктов, в средах с высоким содержанием ионов хлора, в нефтеперерабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности.

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
По жаростойкости близка к стали 01Х18М2Б-ВИ			

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		300

До температуры 300°С не претерпевает структурных превращений. Склонна к охрупчиванию при 475°С.

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая Точечная Коррозионное растрескивание Межкристаллитная	По коррозионным свойствам близка к стали 01Х18М2Б-ВИ			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1160–850	Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД и РАД.	В состоянии отжига при 180 НВ и $\sigma_в$ = 392 Н/мм² K_v = 1,83 (твердый сплав), K_v = 1,6 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
12Х18Н9 (Х18Н9)	**Сортовой прокат** — ГОСТ 5949–75. **Поковки** — ГОСТ 25054–81, ОСТ 108.958.04–85. **Прутки** — ГОСТ 18907–73. **Лист** — ГОСТ 5582–75, ГОСТ 7350–77. **Лента** — ГОСТ 4986–79. **Проволока** — ГОСТ 18143–72. **Трубная заготовка** — ТУ 14–1–565–84. **Трубы** — ГОСТ 9940–81, ГОСТ 9941–81. **Трубки (капиллярные)** — ГОСТ 14162–79.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72									Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	Fe	S	P	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_1
≤ 0,12	≤ 0,80	≤ 2,00	17,0–19,0	8,0–10,0	—	основа	≤ 0,020	≤ 0,035				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t,°C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4986–79	Закалка	1050–1080	Воздух или вода	0,05–0,2	—	530	18	—	—	—	—
				0,2–2,0			35				
	Полунагартованная			0,05–0,2	—	780	8	—	—	—	—
				0,2–2,0			15				
	Нагартованная			0,05–0,2	—	980	3	—	—	—	—
				0,2–2,0			5				
	Высоконагартованная			0,05–0,2	—	1130	2	—	—	—	—
				0,2–2,0			3				
ГОСТ 5582–75	Закалка	1050–1080	Вода или воздух	0,7–3,9	195	540	38	—	—	—	—
	Нагартованная				—	930–1230	13	—	—	—	—
ГОСТ 5949–75	Закалка	1050–1100	Воздух, масло или вода	До 60[1]	196	490	45	55	—	—	—
ГОСТ 7350–77	Закалка	1050–1120	Вода или водяной душ	4–50	215	530	38	—	—	—	—
ГОСТ 9940–81	В состоянии поставки термообработанные			ø 57–325 s 3,5–32	—	529	40	—	—	—	—
ГОСТ 9941–81				ø 5 – 273 s 0,2–22	—	549	37	—	—	—	—
ГОСТ 18143–72	Термообработанная		1 класс	0,2–6,0	—	540–830	25	—	—	—	—
			2 класс				20				
	Нагартованная				—	1130–1470	—	—	—	—	—
ГОСТ 18907–73	Термообработанная			1,0–30	—	640–880	20	—	—	—	—
	Нагартованная			1,0–5,0	—	≥ 930	—	—	—	—	—
				5,0–30		≥ 880					

12Х18Н9 (Х18Н9)	Механические свойства при комнатной температуре										
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t,°C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 25054–81	Закалка	1050–1100	Вода	До 200	196	490	40	48	—	—	179
				Свыше 200–500			37	44			
				Свыше 500–1000			35	40			

[1] Для стали диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается понижение δ на 1%, ψ на 5%; свыше 100 до 150 мм – δ на 3%, ψ на 10%.

Назначение. Сварные детали и конструкции различного назначения, муфели термических печей, детали крепежа теплообменников, опорные элементы кладки печей.

Сталь коррозионно-стойкая аустенитного класса.

Жаростойкость				Механические свойства в зависимости от степени холодной деформации			
Среда	t,°C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч	Степень обжатия, %	$\sigma_в$, Н/мм²	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	δ_5, %
Окалиностойкая до температуры 800°C				0	830	500	67
				10	950	750	45
				20	1050	900	38
				30	1150	1030	25
				40	1230	1140	21
				50	1300	1220	18
				60	1350	1280	17
				70	1400	1350	12

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t,°C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода дистиллированная	20	—	1
	Воздух влажный	20	3288	1
	Морская вода	20	—	1
Точечная	По коррозионным свойствам близка к стали 12Х18Н9Т			
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная	Сталь не должна быть склонна к МКК (в состоянии поставки) при испытании по методам АМ и АМУ ГОСТ 6032–89 (без предварительного провоцирующего нагрева).			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °C	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1200–800	Свариается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, ЭШ и КТ.	В горячекатаном состоянии при 179 НВ K_v = 1,0 (твердый сплав)

Марка стали	Вид поставки
12Х18Н9Т (Х18Н9Т)	**Сортовой прокат** — ГОСТ 5949–75. **Поковки** — ГОСТ 25054–81, ОСТ 108.958.04–85. **Лист толстый** — ГОСТ 7350–77. **Проволока** — ГОСТ 18143–72. **Прутки** — ГОСТ 18907–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	Fe	S	P
≤ 0,12	≤ 0,80	≤ 2,00	17,0–19,0	8,00–9,50	5 × C – 0,80	основа	≤ 0,020	≤ 0,035

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5949–75	Закалка	1020–1100	Воздух, масло, вода	До 60[1]	196	540	40	55	—	—	—
ГОСТ 7350–77	Закалка	1030–1080	Вода или воздух	4–50	215	530	38	—	—	—	—
ГОСТ 18143–72	Термообработанная		1 класс	0,2–7,5	—	590–880	25	—	—	—	—
			2 класс				20				
	Нагартованная				—	1130–1470	—	—	—	—	—
ГОСТ 18907–73	Термообработанные			1,0–30	—	640–880	20	—	—	—	—
	Нагартованные			1,0–5,0	—	930	—	—	—	—	—
				5,0–30		880					
ГОСТ 25054–81	Закалка	1050–1100	Воздух или вода	До 200	196	510	40	48	—	—	170
				Свыше 200 до 500			37	44			
				Свыше 500 до 1000			35	40			

[1] Для стали диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается понижение δ на 1%, ψ на 5%; свыше 100 до 150 мм – δ на 3%, ψ на 10%.

Назначение. Лопатки, трубопроводы, уплотнения и другие детали энергетического машиностроения, работающие при температуре до 600°С. Аппараты и сосуды, работающие при температуре от – 196°С до + 600°С под давлением, а при наличии агрессивных сред до + 350°С.

Сталь коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная аустенитного класса.

12Х18Н9Г (Х18Н9Т)						
Жаростойкость				**Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч**		
Среда	t,°C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч	1,0		
Перегретый пар	600	0,0018	—	**Чувствительность к охрупчиванию при старении**		
Воздух	650	0,0022	4500	Время, ч	t,°C	KCU, Дж/см²
Воздух	750	0,015	1500	Исходное состояние		245
				10000	500	186
Продукты сгорания природного газа: 3,2% CO_2, 17,55% O_2, 76,72% N_2, 3,5% H_2O, 0,03% SO_2	670–680	0,098	12500	20000	550	220
Продукты сгорания природного газа: 4,5% CO_2, 0,3% SO_2, 6% H_2O, остальное воздух	750	0,019	1500	10000	600	216

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t,°C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода, содержащая 5 мг/кг Cl^-, 0,3–6,0 мг/кг O_2	350	1000	1
	Морская вода	20	3000	1
Точечная	Морская вода	—	13000	3
Коррозионное растрескивание	Вода, содержащая 200 мг/кг Cl^-; 0,3–6,0 мг/кг O_2	350	Разрушение через 500–700 ч	Напряжение выше предела текучести
	42% $MgCl_2$	154	Разрушение через 2–5 ч	Напряжение выше предела текучести
Межкристаллитная	Сталь не склонна к МКК в закаленном состоянии. После провоцирующего нагрева при температуре 650°С может приобрести склонность к МКК.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1200–850	Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД (электродами ЦЛ–11, ЦТ–15, ЦТ–26), ЭЩ, КТ.	В закаленном состоянии при 169 НВ и $\sigma_в$ = 608 Н/мм². K_v = 0,85 (твердый сплав), K_v = 0,5 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
17Х18Н9 (2Х18Н9)	**Сортовой прокат** — ГОСТ 5949–75. **Прутки** — ГОСТ 18907–73. **Лист тонкий** — ГОСТ 5582–75, ТУ 14–1–2186–77. **Лист толстый** — ГОСТ 7350–77, ТУ 14–1–4028–85. **Лента** — ГОСТ 4986–79. **Проволока** — ГОСТ 18143–72. **Трубная заготовка** — ТУ 14–1–565–84. **Трубы** — ГОСТ 9940–81, ГОСТ 9941–81. **Профили фасонные** — ТУ 14–1–1271–75.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72								Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	Cr	Ni	Fe	S	P	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,13–0,21	≤ 0,80	≤ 2,00	17,0–19,0	8,0–10,0	основа	≤ 0,020	≤ 0,035				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 4986–79	Закалка	1050–1080	Воздух или вода	0,05–0,2	—	570	17	—	—	—	—
				0,2–2,0			34				
	Полунагартованная			0,05–0,2	—	780	8	—	—	—	—
				0,2–2,0			15				
	Нагартованная			0,05–0,2	—	980	3	—	—	—	—
				0,2–2,0			5				
	Высоконагартованная			0,05–0,2	—	1130	2	—	—	—	—
				0,2–2,0			3				
ГОСТ 5582–75	Закалка	1050–1080	Вода или воздух	0,7–3,9	185	590	35	—	—	—	—
	Полунагартованная				—	740–980	18	—	—	—	—
	Нагартованная				—	980–1230	13	—	—	—	—
ГОСТ 5949–75	Закалка	1050–1100	Воздух, масло или вода	До 60[1]	215	570	40	55	—	—	—
ГОСТ 7350–77	Закалка	1080–1120	Вода	4–50	265	590	35	—	—	—	—
ГОСТ 9940–81	В состоянии поставки термообработанные			ø 57–325 s 3,5–32	—	568	40	—	—	—	—
ГОСТ 9941–81				ø 5 – 273 s 0,2–22	—	568	35	—	—	—	—
ГОСТ 18143–72	Термообработанная		1 класс	0,2–6,0	—	540–830	25	—	—	—	—
			2 класс				20				
	Нагартованная				—	1080–1420	—	—	—	—	—

17Х18Н9 (2Х18Н9) | **Механические свойства при комнатной температуре**

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t,°C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 18907–73	Термообработанные			1,0–30	—	590–880	20	—	—	—	—
	Нагартованные			1,0–5,0	—	930	—	—	—	—	—
				5,0–30		880					

[1] Для стали диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается понижение δ на 1%, ψ на 5%; свыше 100 до 150 мм – δ на 3%, ψ на 10%.

Назначение. Сварные детали и конструкции различного назначения.
Сталь коррозионно-стойкая аустенитного класса.

Ударная вязкость прутков KCU, Дж/см²

Температура, °C			Сечение, мм	Термообработка
+20	-40	-80		
294	–	294	25	Закалка 1100 °C, вода
349	387	362	20	Закалка 1150 °C, вода
304	267	245	22	Закалка 1150 °C, вода $\sigma_{0,2}$=260 МПа, $\sigma_в$=710 МПа

Жаростойкость				**Чувствительность к охрупчиванию при старении**		
Среда	t,°C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч	Время, ч	t,°C	KCU, Дж/см²
Окалиностойкая до температуры 800°C				Исходное состояние		

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t,°C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	0,5–99% раствор HNO_3	20	—	1
Точечная	По коррозионным свойствам близка к стали 12Х18Н9Т			
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная	Сталь может быть склонна к МКК даже в закаленном состоянии. Нагрев до 600–650°C приводит сталь в склонное к МКК состояние.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °C	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1200–800	Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД и РАД.	—

Марка стали	Вид поставки
08Х18Н10 (0Х18Н10)	**Лента** — ГОСТ 4986–79. **Сортовой прокат** — ГОСТ 5949–75. **Поковки** — ГОСТ 25054–81. **Прутки** — ГОСТ 18907–73. **Лист тонкий** — ГОСТ 5582–75, ТУ 14–1–2186–77. **Лист толстый** — ГОСТ 7350–77. **Трубная заготовка** — ТУ 14–1–565–84. **Трубы** — ГОСТ 9940–81, ГОСТ 9941–81, ГОСТ 11068–81. **Проволока** — ГОСТ 18143–72.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	Fe	S	P
≤ 0,08	≤ 0,80	≤ 2,00	17,0–19,0	9,0–11,0	—	основа	≤ 0,020	≤ 0,035

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 4986–79	Закалка	1050–1080	Воздух или вода	0,05–0,2	—	530	20	—	—	—	—
				0,2–2,0			40				
	Полунагартованная			0,05–0,2	—	740	6	—	—	—	—
				0,2–2,0			12				
ГОСТ 5582–75	Закалка	1050–1080	Вода или воздух	0,7–3,9	205	510	45	—	—	—	—
	Полунагартованная				—	740–930	25	—	—	—	—
	Нагартованная				—	≥ 930	10	—	—	—	—
ГОСТ 5949–75	Закалка	1020–1100	Воздух, масло или вода	До 60[1]	196	470	40	55	—	—	—
ГОСТ 7350–77	Закалка	1050–1100	Вода или воздух	4–50	205	510	43	—	—	—	—
ГОСТ 9940–81	В состоянии поставки термообработанные			ø57–325 s 3,5–32	—	510	40	—	—	—	—
ГОСТ 9941–81				ø5 – 273 s 0,2–22	—	529	37	—	—	—	—
ГОСТ 11068–81	В состоянии поставки			ø8 – 102 s 1,0–4,0	По согласованию						
ГОСТ 18143–72	Термообработанная 1 класс			0,2–6,0	—	590–880	25	—	—	—	—
	Термообработанная 2 класс						20				
	Нагартованная				—	1130–1470	—	—	—	—	—
ГОСТ 18907–73	Термообработанная			1,0–30	—	640–780	20	—	—	—	—
	Нагартованная			1,0–5,0	—	≥ 930	—	—	—	—	—
				5,0–30		≥ 880					

08Х18Н10 (0Х18Н10) — **Механические свойства при комнатной температуре**

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t,°C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 25054–81	Закалка	1050–1100	Вода или воздух	До 200	196	470	40	50	—	—	170
				Свыше 200–500			39	47			
				Свыше 500–1000			38	45			

[1] Для стали диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается понижение δ на 1%, ψ на 5%; свыше 100 до 150 мм – δ на 3%, ψ на 10%.

Назначение. Детали из тонкого листа и ленты в автомобилестроении, торговом машиностроении, для товаров широпотреба, для изделий, подвергаемых закалке, для сварных аппаратов и сосудов химического машиностроения, для работы в средах, не вызывающих межкристаллитную коррозию.

Сталь коррозионно-стойкая и жаростойкая аустенитного класса.

Ударная вязкость KCU, Дж/см²

Температура, °C			Состояние поставки
+20	-40	-78	
75-93	78-93	71-75	Холоднокатаное
187-206	184-301	184-302	Горячекатаное

Жаростойкость

Среда	t,°C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Окалиностойкая до температуры 800°C			

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t,°C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t,°C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Водопроводная вода	20	3000	1
	Промышленная атмосфера	—	5000	1
	Спирт-сырец этиловый	20–100	—	1
Точечная	По коррозионным свойствам близка к стали 12Х18Н9Т			
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная	Сталь может быть склонна к МКК даже в закаленном состоянии. Нагрев до 600–650°C приводит сталь в склонное к МКК состояние.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °C	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1200–850	Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, ЭШ и КТ.	В состоянии поставки при 143 НВ и $\sigma_в$ = 510 Н/мм² K_v = 1,1 (твердый сплав), K_v = 0,35 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
08Х18Н10Т (0Х18Н10Т, ЭИ 914)	**Сортовой прокат** — ГОСТ 5949–75. **Прутки** — ГОСТ 18907–73, ТУ 14–1–5039–91. **Поковки** — ГОСТ 25054–81, ОСТ 108.109.01–92, ОСТ 108.958.04–85, ТУ 108.11.917–87, ТУ 108.11.992–88. **Лист** — ГОСТ 5582–75, ГОСТ 7350–77, ОСТ 108.109.01–92, ТУ 108.11.906–87, ТУ 108–930–80. **Трубная заготовка** — ТУ 14–134–323–93, ТУ 14–1–565–84. **Трубы** — ГОСТ 9940–81, ГОСТ 9941–81, ГОСТ 10498–82, ГОСТ 11068–81, ТУ 14–3–1684–90, ТУ 14–3–197–89, ТУ 108–713–77, ТУ 95.349–75. **Трубки (капиллярные)** — ГОСТ 14162–79. **Лента** — ГОСТ 4986–79, ГОСТ 24030–80.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72									Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	Fe	S	P	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
≤ 0,08	≤ 0,80	≤ 2,00	17,0–19,0	9,0–11,0	5 × C – 0,70	основа	≤ 0,020	≤ 0,035				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{т,д}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
	Операция	t,°C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 4986–79	Закалка	1050–1080	Вода или воздух	0,05–0,2	—	530	20	—	—	—	—
				0,2–2,0			40				
ГОСТ 5582–75	Закалка	1050–1080	Вода или воздух	0,7–3,9	—	530	40	—	—	—	—
ГОСТ 5949–75	Закалка	1020–1100	Воздух, масло или вода	До 60[1]	196	490	40	55	—	—	—
ГОСТ 7350–77	Закалка	1000–1080	Вода или воздух	4–50	205	510	43	—	—	—	—
ГОСТ 9940–81	В состоянии поставки термообработанные			ø 57–325 s 3,5–22	—	510	40	—	—	—	—
ГОСТ 9941–81				ø 5 – 273 s 0,2–22	—	549	37	—	—	—	—
ГОСТ 10498–82	В состоянии поставки			ø 4 – 120 s 0,2–1,0	—	529	40	—	—	—	—
ГОСТ 11068–81	В состоянии поставки			ø 8 – 102 s 1,0–4,0	≥ 216	530	37	—	—	—	—
ГОСТ 14162–79	Термообработанная			0,3–5,0	—	529	37	—	—	—	—
ГОСТ 18907–73	Термообработанная			1,0–30	—	590–830	20	—	—	—	—
	Нагартованная			1,0–5,0	—	≥ 930	—	—	—	—	—
				5,0–30	—	≥ 880					
ГОСТ 25054–81	Закалка	1050–1100	Вода или воздух	До 200	196	490	38	52	—	—	179
				Свыше 200–500			36	46			
				Свыше 500–1000			35	40			

08Х18Н10Т (0Х18Н10Т, ЭИ 914) | **Механические свойства при комнатной температуре**

НД	Режим термообработки: Операция	t,°C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ОСТ 108.109.01–92	В состоянии поставки термообработанные			До 200[2]	195	490	38	40			
				Свыше 40–200[3]	195	490	35	40	—	—	—
				Свыше 200–450[1]	195	490	35	40			

[1] Для стали диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается понижение δ на 1%, ψ на 5%; свыше 100 до 150 мм – δ на 3%, ψ на 10%.

[2] Сортовой прокат, поковки.

[3] Ковано-катаный лист, плиты, поковки.

Назначение. Детали и узлы основного оборудования и трубопроводов АЭУ с водяным теплоносителем. Сварная аппаратура, работающая в растворах азотной, фосфорной, уксусной кислот, растворов щелочей и солей; теплообменники, муфели, трубы, детали печной арматуры, изделия автомобилестроения, торгового машиностроения, товары широкого потребления.

Сталь коррозионно-стойкая и жаростойкая аустенитного класса.

Жаростойкость

Среда	t,°C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Воздух	750	0,013	1000
Воздух + 0,3% SO_2	750	0,017	1000
Воздух + 0,3% SO_2 + 6% H_2O	750	0,038	1000
Воздух + 1% SO_2	750	0,022	1000
Воздух + 5% SO_2	750	0,11	1000

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

Предел выносливости, Н/мм², на базе $(2–4)\cdot10^7$ циклов

t,°C	σ_{-1}	τ_{-1}
20	290	—
100	255	—
150	225	—
250	208	—
350	196	—

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t,°C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода, содержащая 4 г/кг H_3BO_3, 10 г/кг $[NH_3]$, 0,15 г/кг КОН, PH = 8–9	320	3000	1
	Рабочая среда II-го контура АЭУ с ВВЭР (скорость потока 1,6–3 м/сек)	250	3272	1
	Вода, содержащая 5 мг/кг Cl^-, 0,3–6,0 мг/кг O_2	350	3000	1
	40% HNO_3	$20 \div t_{кип}$	—	1
	5–90% уксусная кислота	$20 \div 75$	—	1
	10–65% фосфорная кислота	$20 \div 80$	—	1
	1–20% Na Cl	$20 \div t_{кип}$	—	1
	Насыщенный раствор Na Cl	$20 \div t_{кип}$	—	3
Точечная	По коррозионным свойствам близка к стали 12Х18Н9Т			
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная	Сталь не склонна к МКК при испытании по методам АМ и АМУ ГОСТ 6032–89 в закалённом состоянии и после провоцирующего нагрева при температуре 650°С.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1220–850	Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, ЭШ и КТ.	В состоянии поставки при 143 НВ и $\sigma_в$ = 510 Н/мм² K_v = 1,1 (твердый сплав), K_v = 0,35 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
12Х18Н10Т	**Поковки** — ГОСТ 25054–81, ОСТ 108.109.01–92, ОСТ 108.958.04–85, ТУ 108–829–79, ТУ 108.11.917–87, ТУ 108.11.992–88. **Сортовой прокат** — ГОСТ 5949–75. **Лист тонкий** — ГОСТ 5582–75, ТУ 14–1–3720–84, ТУ 14–1–5041–91. **Лист толстый** — ГОСТ 7350–75, ТУ 108–930–80, ТУ 14–1–2542–78, ТУ 14–1–5040–91, ТУ 14–1–4028–85. **Лист двухслойный** — ГОСТ 10885–85. **Прутки** — ГОСТ 18907–73, ТУ 14–1–5039–91, ТУ 14–1–748–73. **Лента** — ГОСТ 4986–79, ТУ 14–1–652–73. **Трубы** — ГОСТ 9940–81, ГОСТ 9941–81, ГОСТ 11068–81, ТУ 14–3–586–77. **Проволока** — ГОСТ 18143–72.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72									Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Fe	Ti	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
≤ 0,12	≤ 0,80	≤ 2,00	≤ 0,020	≤ 0,035	17,0–19,0	9,0–11,0	основа	5 × C – 0,80				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 4986–79	Закалка	1050–1080	Вода или воздух	0,05–0,2 0,2–2,0	—	530	18 35	—	—	—	—
ГОСТ 5582–75	Закалка	1050–1080	Вода или воздух	0,7–3,9	205	530	40	—	—	—	—
ГОСТ 5949–75	Закалка	1020–1100	Вода, масло или воздух	До 60[3]	196	510	40	55	—	—	—
ГОСТ 7350–77	Закалка	1000–1080	Вода или воздух	4–50	235	530	38	—	—	—	—
ГОСТ 9940–81	В состоянии поставки термообработанные			ø 57–325 s 3,5–32	—	529	40	—	—	—	—
ГОСТ 9941–81	В состоянии поставки термообработанные			ø 5–273 s 0,2–22	—	549	35	—	—	—	—
ГОСТ 11068–81	В состоянии поставки			ø 8–102 s 1,0–4,0	226	550	35	—	—	—	—
ГОСТ 18143–72	Термообработанная 1 класс			0,2–7,5	—	540–830	25				
	Термообработанная 2 класс						20				
	Нагартованная			0,2–7,5	—	1080–1420	—				
ГОСТ 25054–81	Закалка	1050–1100	Вода или воздух	До 200	196	510	38	52			179
				Свыше 200 до 500			36	46			
				Свыше 500 до 1000			35	40			

12Х18Н10Т	Механические свойства при комнатной температуре										
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ОСТ 108.109.01–92	В состоянии поставки термообработанные			До 200[2]	195	490	38	40			
				Свыше 40 до 200[3]	195	490	35	40			
				Свыше 200 до 450[3]	195	490	35	40			

[1] Для стали диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается снижение δ на 1%, ψ на 5%; свыше 100 до 150 мм – δ на 3%, ψ на 10%.

[2] Сортовой прокат, поковки.

[3] Кованo–катаный лист, плиты, поковки.

Назначение. Детали и узлы основного оборудования и трубопроводов АЭУ с водяным теплоносителем. Лопатки, трубы и другие детали энергетического машиностроения, работающие при температуре до 600°С. Сварные аппараты и сосуды, работающие в разбавленных растворах азотной, уксусной, фосфорной кислот, растворах щелочей и солей, днища адсорберов, регенераторы, теплообменники и др. Корпуса и другие детали, работающие под давлением при температуре от –196°С до +600°С, а при наличии агрессивных сред до +350°С.

Сталь коррозионно–стойкая, жаростойкая и жаропрочная аустенитного класса.

Жаростойкость				Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч		
Среда	t, °C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч	1,0		
По жаростойким свойствам близка к стали 12Х18Н9Т.				Чувствительность к охрупчиванию при старении		
				Время, ч	t, °C	KCU, Дж/см²
				Исходное состояние		274
				5000	600	206–186
				5000	650	196–176

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	По коррозионным свойствам близка к стали марки 12Х18Н9Т.			
Точечная				
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная	Сталь не склонна к МКК при испытании по методу АМ и АМУ ГОСТ 6032–89.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °C	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1200–850	Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Рекомендуется последующая термообработка.	В закаленном состоянии при 169 НВ и $\sigma_в$ = 608 Н/мм² K_v = 0,60 (твердый сплав), K_v = 0,35 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
12Х18Н12Т (Х18Н12Т)	**Сортовой прокат** — ГОСТ 5949–75. **Лист толстый** — ГОСТ 7350–77. **Лист двухслойный** — ГОСТ 10885–85. **Трубная заготовка** — ТУ 14–1–1529–93, ТУ 14–1–2560–78, ТУ 14–1–565–84. **Трубы** — ГОСТ 9940–81, ГОСТ 9941–81, ТУ 14–3–460–75, ТУ 14–3–796–79, ТУ 14–3–1261–84. **Трубки (капиллярные)** — ГОСТ 14162–79.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	Fe	S	P
≤ 0,12	≤ 0,80	≤ 2,00	17,0–19,0	11,0–13,0	5 × C – 0,70	основа	≤ 0,020	≤ 0,035

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t,°C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 5949–75	Закалка	1020–1100	Воздух, масло или вода	До 60[1]	196	540	40	55	—	—	—
ГОСТ 7350–77	Закалка	1030–1080	Вода или воздух	4–50	235	530	38	—	—	—	—
ГОСТ 9940–81	В состоянии поставки термообработанные			ø 57–325 s 3,5–22	—	529	40	—	—	—	—
ГОСТ 9941–81	В состоянии поставки термообработанные			ø 5 – 273 s 0,2–22	—	549	35	—	—	—	—
ГОСТ 14162–79	В состоянии поставки термообработанные			0,3–5,0	—	510	26	—	—	—	—
ТУ 14–3–460–75	Аустенизация	1100–1200	Воздух или вода	ø 10–465 s 2,0–60	216	592	35	55	—	—	200

[1] Для стали диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается понижение δ на 1%, ψ на 5%; свыше 100 до 150 мм – δ на 3%, ψ на 10%.

Назначение. Детали и узлы основного оборудования и трубопроводов АЭУ с водяным теплоносителем; трубы для перегревателей и коллекторов тепловых электростанций, работающие при температуре 610–640С°. Сварные аппараты и сосуды, работающие в коррозионно-активных средах (разбавленные растворы азотной, уксусной и фосфорной кислот, растворы щелочей и солей). Сталь коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная аустенитного класса.

Жаростойкость

Среда	t,°C	Скорость коррозии, мм/год	Глубина коррозии, мм	База испытаний, ч
Продукты сгорания высокосернистого мазута	650		0,62	10000
Продукты сгорания экибастузского угля	650		0,078	10000
	700		0,192	10000

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

1,0

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t,°C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		294
10000	600	206
10000	650	216–225
10000	700	206–235
3000	750	225

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t,°C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода, содержащая до 50 мг/кг Cl^- и 0,3–6,0 мг/кг O_2	350	3000	1
Точечная	То же	350	3000	Питтинги отсутствуют
Коррозионное растрескивание	Вода, содержащая до 5 мг/кг Cl^-, 0,3–6,0 мг/кг O_2	350	3000	Трещин не обнаружено
	Вода, содержащая 200 мг/кг Cl^-, 0,3–6,0 мг/кг O_2	350	1000	Коррозионные трещины
Межкристаллитная	Сталь не склонна к МКК при испытании по методам АМ и АМУ ГОСТ 6032–89 в закаленном состоянии и после провоцирующего нагрева при температуре 650°С.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1200–800	Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД (электродами ЦТ–15–1 для корневого шва, ЦТ–15 для последующих слоев, ЦТ–26 для тех случаев, когда нет требований к стойкости против МКК), КТ и ЭШ.	В закаленном состоянии при 170 НВ и $\sigma_в$ = 550 Н/мм² K_v = 0,6 (твердый сплав), K_v = 0,35 (быстрорежущая сталь)

Марка сплава	Вид поставки
06ХН46Б (ЭП 350)	Поковки — ТУ 14–1–516–73. Трубная заготовка — ТУ 14–1–693–73. Трубы — ТУ 14–3–145–73, ТУ 14–3–1202–83.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14–3–145–73									Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	Cr	Ni	Nb	S	P	Fe	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
≤ 0,06	≤ 0,50	≤ 0,80	19,0–21,0	44,0–48,0	0,80–1,20	≤ 0,020	≤ 0,025	остальное				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 14–1–516–73	Аустенизация	1050–1100	Воздух	ø 130–170	206	539	30	—	—	—	—
ТУ 14–3–145–73	Аустенизация	1050–1100	Воздух	ø 13–83 s 1,5–12,5	200	530	26	—	—	—	—

Назначение. Трубные системы парогенераторов, систем водного и парового обогрева, контактирующие с водой, имеющей повышенное содержание ионов хлора и кислорода.

Жаростойкость				Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч
Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч	1,0
Окалиностойкая до 800°С				

Чувствительность к охрупчиванию при старении		
Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		283

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода, содержащая 200 мг/кг Cl^-, 0,3–6 мг/кг O_2	320	2000	1
Точечная	Вода, содержащая 200 мг/кг Cl^-, 0,3–6 мг/кг O_2	320	2000	1
Коррозионное растрескивание	25% NaCl + 0,5% $K_2Cr_2O_7$	200	500	Коррозионные трещины не обнаружены при напряжениях выше $\sigma_{0,2}$
	42% $MgCl_2$	154	500	
	Вода, содержащая 50 мг/кг Cl^-, 0,3–6 мг/кг O_2	300	3000	
Межкристаллитная	Не проявляет склонности к МКК при испытании по методам АМ и АМУ ГОСТ 6032–89 в состоянии после аустенизации при 1050–1100°С и провоцирующего отпуска при 650°С × 1 ч.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1200–900	Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В состоянии аустенизации при 159 НВ и $\sigma_в$ = 656 Н/мм²: K_v = 0,62 (твердый сплав), K_v = 0,35 (быстрорежущая сталь)

Марка сплава	Вид поставки
ХН70БДТ (ЭК 59)	Поковки–штанги — ТУ 14–1–3661–83.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14–1–3661–83												Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	Cr	Fe	Ni	Nb	Cu	Ti	Al	S	P	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,08–0,12	≤ 0,30	≤ 0,80	16,0–18,0	8,0–10,0	осно-ва	2,00–3,00	0,50–0,80	0,40–0,60	≤ 0,40	≤ 0,020	≤ 0,020				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 14–1–3661–83	Закалка	1050±10	Воздух	ø 20–25	280	680	22,0	55,5	15,0		

Назначение. Высокотемпературные элементы оборудования АЭУ с водяным теплоносителем.

Жаростойкость				Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч
Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч	
Перегретый пар	650	0,010	1000	**Чувствительность к охрупчиванию при старении**

Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода, содержащая 13г/кг H_3BO_3 и 0,02г/кг KOH, pH – 6,35	До 350	3000	1
	Вода, содержащая до 100 мг/кг Cl^- и до 6 мг/кг O_2	До 350	3000	1
Точечная	Вода, содержащая 13г/кг H_3BO_3 и 0,02г/кг KOH, pH – 6,35	До 350	3000	Питтингов нет
	Вода, содержащая до 100 мг/кг Cl^- и до 6 мг/кг O_2	До 350	3000	
Коррозионное растрескивание	25% NaCl + 0,5% $K_2Cr_2O_7$	200	500	Трещин нет
	Вода, содержащая до 100 мг/кг Cl^- и до 6 мг/кг O_2	До 350	3000	
	25% KOH	300	750	
Межкристаллитная	Не проявляет склонности к МКК при испытаниях по методам АМ, АМУ ГОСТ 6032–89.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1160–950	Ограниченно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В состоянии закалки при $\sigma_в$ = 680 Н/мм² K_v = 0,7М (твердый сплав), K_v = 0,42 (быстрорежущая сталь)

Марка сплава	Вид поставки
06ХН28МДТ (ПХ23Н28М3Д3Т, ЭИ 943)	**Сортовой прокат** — ГОСТ 5949–75. **Поковки** — ГОСТ 25054–81. **Лист тонкий** — ГОСТ 5582–75. **Лист толстый** — ГОСТ 7350–77. **Лист двухслойный** — ГОСТ 10885–85. **Трубы** — ГОСТ 9941–81, ГОСТ 11068–81. **Лента** — ГОСТ 4986–79.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	Ti	Fe	S	P
≤ 0,06	≤ 0,80	≤ 0,80	22,0–25,0	26,0–29,0	2,50–3,00	2,50–3,00	0,50–0,90	основа	≤ 0,020	≤ 0,035

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 5582–75	Закалка	1050–1080	Воздух или вода	0,7–3,9	—	540	35	—	—	—	—
ГОСТ 5949–75	Закалка	1100–1150	Воздух или вода	До 200	По согласованию						
ГОСТ 7350–77	Закалка	950–1080	Вода	4–50	215	540	35	—	—	—	—
ГОСТ 9941–81	В состоянии поставки термообработанные			ø 5–273 s 0,2–22	—	490	30	—	—	—	—
ГОСТ 25054–81	Закалка	1050-1100	Воздух или вода	До 200 Свыше 200 до 500 Свыше 500 до 1000	216	510	36 33 30	40 35 30			200

Назначение. Сварные аппараты, теплообменники и другие детали, работающие в растворах, содержащих ионы хлора, серной, фосфорной кислоты при температуре до 80°С и других средах повышенной агрессивности, в производстве сложных минеральных удобрений.

Сталь коррозионностойкая аустенитного класса.

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода, содержащая от 1 до 50 мг/кг хлор-ионов и 0,3–6,0 мг/кг O_2	350	3000	1
	H_2SO_4 10–20 %	80	100	1
	H_2SO_4 80–90 %	80	100	2
Точечная	Вода, содержащая от 1 до 50 мг/кг хлор-ионов и 0,3–6,0 мг/кг O_2	350	3000	1
Коррозионное растрескивание	Вода, содержащая до 50 мг/кг хлор-ионов и 0,3–6,0 мг/кг O_2	320	3000	Трещин не обнаружено при напряжениях, равных $\sigma_{0,2}$
Межкристаллитная	При испытании по методу В и ВУ ГОСТ 6032–89 после закалки и провоцирующего нагрева сталь не должна проявлять склонность к МКК.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1170–900	Трудно свариваемая. Способы сварки: РД и РАД.	В состоянии закалки при $\sigma_в$ = 490 Н/мм² K_V = 1,1 (твердый сплав), K_V = 0,8 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
08Х21Н6М2Т (ЭИ 54)	Сортовой прокат — ГОСТ 5949–75. Поковки — ГОСТ 25054–81. Лист толстый — ГОСТ 7350–77, ТУ 14–1–894–74. Лист тонкий — ГОСТ 5582–75. Трубы — ГОСТ 11068–81, ТУ 14–3–59–72.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Ti	Fe	S	P	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
≤ 0,08	≤ 0,80	≤ 0,80	20,0–22,0	5,50–6,50	1,80–2,50	0,20–0,40	основ	≤ 0,025	≤ 0,035				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5582–75	Закалка	1000–1080	Воздух или вода	0,7–3,9	—	590	22	—	—	—	—
ГОСТ 5949–75	Закалка	950–1050	Воздух	До 60[1]	345	590	25	45	—	—	—
ГОСТ 7350–77	Закалка	1050	Вода	4–25[2]	345	590	20	—	59	—	—
ГОСТ 11068–81	В состоянии поставки			ø 8–102 s 1,0–4,0	По согласованию						
ГОСТ 25054–81	Закалка	1000–1050	Вода	До 200	343	539	22	40	78	—	140–200
				Свыше 200–500			18	37	59		
				Свыше 500–1000			18	35	39		
ТУ 14–1–894–74	Закалка	1050	Вода	5–20	350	600	20	—	—	—	—

08Х21Н6М2Т (0Х21Н6М2Т, ЭП 54) | **Механические свойства при комнатной температуре**

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t,°C	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 14-3-59-72	Закалка	1050	Вода	$\phi \le 108$	—	—	20	—	—	—	—

[1] Для стали диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается понижение δ на 1%, ψ на 5%; свыше 100 до 150 мм – δ на 3%, ψ на 10%.

[2] Для листов толщиной свыше 25 мм механические свойства не нормируются, определение обязательно.

Назначение. Ректификационные колонны, экстракционные, насадочные, продувные емкости, хранилища, баки, сборники и другое оборудование, работающее в окислительно-восстановительных средах, например, при органическом синтезе, сернокислотном производстве, в целлюлозно-бумажной промышленности.

Жаростойкость

Среда	t,°C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^5 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t,°C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t,°C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода, содержащая 50 мг/кг Cl^-, 0,3–6,0 мг/кг O_2	300	3000	1
	Уксусная кислота 0–98%	кипение		1
	Муравьиная кислота 20%	кипение		1
	Фосфорная кислота 10–65%	100		1
	Концентрированная серная кислота	20–70		1
Точечная				
Коррозионное растрескивание	Вода, содержащая 1 г/кг Cl^-, 50 мг/кг O_2	350	Разрушение через 1500–2000	Напряжение выше предела текучести
	42% $MgCl_2$	154	Разрушение через 10–25 ч	Напряжение выше предела текучести
Межкристаллитная	Сталь не склонна к МКК в закаленном состоянии. После нагрева при температуре 500°С может приобрести склонность к МКК.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1150–850	Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, ЭШ и КТ.	В термически обработанном состоянии при $\sigma_в \le 700$ Н/мм² $K_v = 0,8$ (твердый сплав), $K_v = 0,4$ (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
08Х22Н6Т (0Х22Н5Т, ЭП 53)	**Сортовой прокат** — ГОСТ 5949–75. **Поковки** — ГОСТ 25054–81. **Прутки** — ТУ 14–1–748–73. **Лист тонкий** — ГОСТ 5582–75. **Лист толстый** — ГОСТ 7350–77. **Трубная заготовка** — ТУ 14–1–565–84. **Трубы** — ГОСТ 9940–81, ГОСТ 9941–81, ГОСТ 11068–81.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	Fe	S	P
≤ 0,08	≤ 0,8	≤ 0,8	21,0–23,0	5,3–6,3	5 × C –0,65	основа	≤ 0,025	≤ 0,035

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 5582–75	Закалка	950–1050	Вода или воздух	0,7–3,9	—	640	20	—	—	—	—
ГОСТ 5949–75	Закалка	950–1050	Воздух или вода	До 60[1]	345	590	20	45	—	—	—
ГОСТ 7350–77	Закалка	1000–1050	Вода	4–50	345	590	18	—	59		
ГОСТ 9940–81	В состоянии поставки: термообработанные			ø 57–108 s 3,5–20	—	588	24	—	—	—	—
ГОСТ 9941–81				ø 5–273 s 0,2–22	—	588	20	—	—	—	—
ГОСТ 11068–81	В состоянии поставки			ø 8–102 s 1,0–4,0	По согласованию						
ГОСТ 25054–81	Закалка	1000–1050	Вода	До 200	343	539	20	40	78		140–200
				Свыше 200 до 500			19	37	59		
				Свыше 500 до 1000			18	35	39		

[1] Для стали диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается снижение δ на 1%, ψ на 5%; свыше 100 до 150 мм – δ на 3%, ψ на 10%.

Назначение. Сварные аппараты и сосуды для химического машиностроения; камеры горения и другие конструкционные элементы газовых турбин, корпуса аппаратов, днища, фланцы, детали внутренних устройств аппаратов, трубные доски и пучки, работающие при температуре от –70 до +300°С и соприкасающиеся с коррозионными средами. Сталь коррозионностойкая аустенитно-ферритного класса. Рекомендуется как заменитель никельсодержащих марок стали (Х18Н10Т и др.).

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^5 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода	300	1500	1
	65% HNO_3	До 85		1
	93% H_2SO_4	До 70		1
	50% KOH	До 120		1
Точечная	—	—	—	—
Коррозионное растрескивание	Вода, содержащая 1 г/кг Cl^-, 50 мг/кг O_2	350	Разрушение через 1500 ч	Напряжение выше предела текучести
	42% $MgCl_2$	154	Разрушение через 10–25 ч	Напряжение выше предела текучести
Межкристаллитная	Сталь не склонна к МКК в закаленном состоянии. После нагрева в интервале температур 600–650°С может приобрести склонность к МКК.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1200–800	Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД (электроды 08Х25Н5ТМФ/ИИ-48), РАД.	В термообработанном состоянии $\sigma_в \le 700$ Н/мм², $K_v = 0,8$ (твердый сплав), $K_v = 0,4$ (быстрорежущая сталь)

Марки стали	Вид поставки
03Х24Н6АМ3 (ЭП 130)	**Пруток** — ТУ 14–1–3880–84. **Лист толстый** — ТУ 14–1–5021–91, ТУ 302.92.095–90. **Лист тонкий** — ТУ 14–1–5467-82. **Проволока сварочная** — ТУ 14–1–4372–87. **Заготовка трубная** — ТУ 14–1–3966–85. **Трубы** — ТУ 14–3–1398–86.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14–1–3880–84

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Fe	S	P	N	Другие элементы
≤ 0,03	≤ 0,40	1,00–2,00	23,5–25,0	5,80–6,80	2,50–3,50	основа	≤ 0,020	≤ 0,035	0,05–0,15	Ce ≤ 0,10; Zr ≤ 0,10; (Al+Ti) ≤ 0,10; Cu ≤ 0,03

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1

Механические свойства при комнатной температуре

ЗД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
	Операция	t,°C	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 14–1–3880–84	Закалка	1070	Вода	ø 55	390	690	25	—	58,8	—	—
ТУ 14–1–5021–91	Закалка	1070	Вода	4–11	440	690	25	—	98	—	—
ТУ 14–1–3966–85	Закалка	1070	Вода	ø 80–105	390	690	25	—	58,8	—	—
ТУ 14–3–1398–86	В состоянии поставки термообработанные			ø 13–18 s 1,5–2,0	392	686	25	—	—	—	—

Назначение. Для изготовления сварного химического и нефтехимического оборудования, работающего в сернокислых, фосфорнокислых и азотнокислых средах, а также средах, содержащих хлориды и сероводород. Благодаря повышенной прочности, сталь можно применять для изделий эксплуатируемых в условиях коррозионно-эрозионного износа. Температурный интервал использования стали от – 40°С до 300°С, для оборудования, работающего в контакте с морской водой и в средах повышенной агрессивности до 90°С.

Жаростойкость

Среда	t,°C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t,°C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t,°C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	10–90% растворы H_2SO_4	20–90		Не уступает по стойкости сплаву 06ХН28МДТ (ЭИ 943)
	42% P_2O_5 + 10–18 г/л H_2SO_4 + 1,5–2 г/л F	90	4000	1
	25% NaCl +25% Na_2S	20	500	1
Точечная	Устойчива к питтинговой коррозии в хлорных средах.			
Коррозионное растрескивание	5% NaCl, насыщенный H_2S + 0,5% CH_3COOH	20	720 ($\sigma = 0,9\ \sigma_{0,2}$)	Трещин не обнаружено
	То же при P = 14 Н/мм²	16	720 ($\sigma > \sigma_{0,2}$)	Трещин не обнаружено
	Насыщенный NH₄Cl	108	500	Трещин не обнаружено
Межкристаллитная	Устойчива к МКК при испытании по методу ВУ ГОСТ 6032–89. Скорость коррозии по методу ДУ в каждом из 5 циклов не превышает 0,5 мм/год.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1200–900	Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД.	В состоянии аустенизации при $\sigma_в$ = 690 Н/мм² K_v = 0,66 (твердый сплав), K_v = 0,37 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
03Х8СЗОЦ (ЭП 889)	Прутки горячекатаные — ТУ 14–131–359–77.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14–131–359–77

C	Si	Mn	Cr	Ni	Fe	Al	Zr	Ce	S	P
≤ 0,03	1,20–1,80	≤ 0,50	7,00–8,50	≤ 0,35	основа	0,70–1,00	0,01–0,10	По расчету до 0,2	≤ 0,01	≤ 0,01

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 14–131–359–77	—	—	—	10	По согласованию						

Назначение. Для кипящих поверхностей нагрева НРЧ паровых котлов, труб системы дистанционирования КПП в переходном газоходе, а также для изготовления деталей и др. узлов конструкций взамен стали 12Х1МФ, работающих в окислительных газовых средах при температуре до 900°С.

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Воздух	700	0,008	5000
	800	0,010	5000
	900	0,020	5000
Продукты сгорания природного газа: 15% CO_2, 10% H_2O, 0,15% SO_2, N_2 – остальное	700	0,010	5000
	800	0,012	5000

Теплофизические свойства

t, °С	Свойство	
	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·град.	Удельное электросопротивление, 10 ом·м
20	21,8	76,0
300	23,3	89,0
600	24,8	108,1
900	27,0	126,6

Стойкость стали в контакте с карборундовыми массами, применяемыми на ТЭС

Состав карборундовой массы, %	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Карбид кремния – 85; триполифосфат натрия – 3; каолин – 5; вода – 7	900	0,12	2000
Карбид кремния – 70; ортофосфорная кислота – 14; каолин – 6; корунд – 10	900	0,10	2000

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1140–800	Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДЭ, РАД и КТ.	В состоянии поставки при $\sigma_в$ = 500 Н/мм² K_v = 1,2 (твердый сплав), K_v = 0,96 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
40Х9С2 (4Х9С2, ЭСХ 8)	Сортовой прокат — ГОСТ 5949–75.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72								Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	Cr	Ni	Fe	S	P	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,35–0,45	2,00–3,00	≤ 0,80	8,0–10,0	—	основа	≤ 0,025	≤ 0,030	900	970	810	970

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5949–75	Отжиг	850–870	Воздух	До 60[1]	440	740	15	35			

[1] Для стали диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается снижение δ на 1%, ψ на 5%, свыше 100 до 150 мм – δ на 3%, ψ на 10%.

Назначение. Клапаны впуска и выпуска автомобильных, тракторных и дизельных моторов, коленики, элементы теплообменников.

Сталь жаростойкая и жаропрочная мартенситного класса.

Жаростойкость				Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч
Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч	
Окалиностойкая до 800°С				Чувствительность к охрупчиванию при старении: Время, ч — t, °С — KCU, Дж/см²; Исходное состояние; Сталь склонна к отпускной хрупкости после длительной выдержки при 475°С.

Свойство	Ударная вязкость, KCU, Дж/см² и твердость НВ, при t отпуска, °С						Термообработка
	300	400	500	600	700	800	
Ударная вязкость	18	17	16	39	69	93	
Твердость	600	570	410	350	300	300	

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1150–850	Не применяется для сварных конструкций.	В термообработанном состоянии при $\sigma_в \geq 650$ Н/мм² $K_v = 0,8$ (твердый сплав)

Марка стали	Вид поставки
40Х10С2М (4Х10С2М, ЭИ 107)	Сортовой прокат — ГОСТ 5949–75.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72								Температуры критических точек, °С			
C	Si	Mn	Cr	Mo	Fe	S	P	Ac_3	Ac_1	Ar_1	Ar_3
0,35–0,45	1,90–2,60	≤ 0,80	9,0–10,5	0,70–0,90	основа	≤ 0,025	≤ 0,030	810	950	700	845

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5949–75	Закалка	1010–1050	Воздух или масло	До 60[1]	735	930	10	35	20		197–269
	Отпуск	720–780	Масло								

[1] Для стали диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается снижение δ на 1%, ψ на 5%, KCU на 4,9 Дж/см²; свыше 100 до 150 мм – δ на 3%, ψ на 10%, KCU на 9,8 Дж/см².

Назначение. Клапаны впуска авиадвигателей и выпуска автомобильных, тракторных и дизельных двигателей, крепежные детали моторов.

Сталь жаростойкая и жаропрочная мартенситного класса.

Жаростойкость				Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч
Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч	
Окалиностойкая до 800°С				

Чувствительность к охрупчиванию при старении		
Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		29
1000	500	17
3000	500	29
5000	500	16

Свойство	Ударная вязкость, KCU, Дж/см² и твердость HB, при t отпуска, °С						Термообработка
	200	300	400	500	600	700	
Ударная вязкость	39	—	—	—	—	58	
Твердость	555	540	570	545	400	250	

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1150–850	Трудно свариваемая. Способ сварки: РД. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В термообработанном состоянии при $\sigma_в$ = 930 Н/мм² K_v = 0,8 (твердый сплав)

Марка стали	Вид поставки
12Х13Г12АС2Н2 (ДИ 50)	Трубная заготовка — ТУ 14–1–2870–80. Трубы — ТУ 14–3–917–80.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14–1–2870–80

C	Si	Mn	Cr	Ni	Fe	Al	N_2	S	P
0,08–0,12	1,80–2,20	11,0–12,0	12,0–13,0	1,80–2,20	основа	0,05–0,15	0,10–0,15	≤ 0,020	≤ 0,030

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 14–3–917–80	Аустенизация			ø 32–42 s 4–6	372	784	35	—	—	—	—

Назначение. Жаростойкая, жаропрочная, аустенитная сталь до температуры 700°С для элементов оборудования теплоэнергетической (трубы поверхностей нагрева котлов энергоблоков, работающих на высокоагрессивных органических топливах с высоким содержанием ванадия, серы и др.), нефтеперерабатывающей, нефтехимической и др. отраслей промышленности.

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Продукты сгорания высокосернистого мазута	650	0,086	10000
	650	1,0[1]	68000
Продукты сгорания экибастузского угля	650	0,01	10000
	650	0,2[1]	10000
	700	0,015	10000
	700	0,3[1]	10000
Продукты сгорания назаровского угля	650	0,005	10000
	650	0,3[1]	11500
	700	0,008	10000
	700	0,35[1]	10000

[1] Экстраполяция на 100000 ч.

Механические свойства после эксплуатации различной продолжительности

Время испытания, ч	$\sigma_т$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %
800	310	850	22,0	19,5
13000	323	800	23,0	18,0
33000	405	720	19,0	10,2
64000	450	950	44,0	55,1
70000	337	633	42,6	80,2

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая				
Точечная				
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная				

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1180–980	Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В состоянии поставки при $\sigma_в$ = 783 Н/мм² K_v = 0,41 (твердый сплав), K_v = 0,17 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
10Х13Г12БС2Н2Д2 (ДИ 59)	Трубная заготовка — ТУ 14-1-2870–80, ТУ 14-131-871-93. Трубы — ТУ 14-3-917–80.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14-1-2870–80

C	Si	Mn	Cr	Ni	Fe	Cu	Nb	S	P
0,06–0,10	1,80–2,20	11,5–12,5	12,0–13,5	1,80–2,50	основа	2,00–2,50	0,60–1,00	≤ 0,020	≤ 0,030

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 14-3-917–80	Аустенизация			о 32–42 s 4–6	216	588	40	—	—	—	—

Назначение. Жаростойкая, жаропрочная, аустенитная сталь до температуры 700°С для элементов оборудования теплоэнергетической (трубы поверхностей нагрева котлов энергоблоков, работающих на высоконапряженных органических топливах с высоким содержанием ванадия, серы и др.), нефтеперерабатывающей, нефтехимической и др. отраслей промышленности.

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Продукты сгорания высокосернистого мазута	550	0,25[1]	46675
	650	0,185	10000
	650	0,60[1]	46675
Продукты сгорания экибастузского угля	650	0,01	10000
	700	0,012	10000

[1] Экстраполяция на 100000 ч.

Механические свойства после эксплуатации различной продолжительности

Время испытания, ч	$\sigma_т$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %
25000	420	910	35	37
38000	390	900	40	30
50000	382	900	41	44
72000	400	900	34	33

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая				
Точечная				
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная	Испытания по методу АМ ГОСТ 6032–89 при длительности кипячения 15 ч в аустенизированном состоянии, а также после провоцирующего отпуска при температурах 550 и 650°С в течение одного часа не склонна к МКК			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1160–950	Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В состоянии поставки при $\sigma_в$ = 588 Н/мм² K_v = 0,66 (твердый сплав), K_v = 0,35 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
36Х18Н25С2 (4Х18Н25С2, ЭЯ 3С)	Сортовой прокат — ГОСТ 5949–75.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	Cr	Ni	Fe	S	P
0,32–0,40	2,00–3,00	≤ 1,50	17,0–19,0	23,0–26,0	основа	≤ 0,020	≤ 0,035

Температура критических точек, °С

Ac_3	Ac_1	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5949–75	Закалка	1000–1150	Воздух, масло, вода	До 60[1]	345	640	25	40			

[1] Для стали диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается снижение δ на 1%, ψ на 5%; свыше 100 до 150 мм – δ на 3%, ψ на 10%.

Назначение. Головки форсунок, детали печных конвейеров. Сталь пригодна для длительной работы в ненагруженном состоянии. Сталь жаростойкая аустенитного класса.

Механические свойства при повышенных температурах

Режим термообработки	Температура, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²
Закалка 1200 °С, вода + старение 800, 8 ч	20	550	855	17	18	50
	700	340	435	18	29	75
	800	250	265	8	-	-

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Окалиностойкая до 1000°С			

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		29
10000	550	60
10000	600	54
10000	700	39
10000	800	20

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1200–850	Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Рекомендуется последующая термообработка.	В термообработанном состоянии при 164 НВ и $\sigma_в$ = 650 Н/мм² K_v = 1,1 (твердый сплав), K_v = 0,9 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
01Х19Ю3БЧ–ВИ (02Х18Ю3Б–ВИ, ЭИ 904–ВИ)	Лист — ТУ 14–1–2533–78. Проводока сварочная — ТУ 14–1–2395–78.

Массовая доля элементов[1], %, по ТУ 14–1–2533–78

C	Si	Mn	Cr	Nb	Fe	S	P	Cu	Al	N	Y	La
≤ 0,012	≤ 0,30	≤ 0,50	18,5–20,0	0,10–0,40	основа	≤ 0,025	≤ 0,025	≤ 0,15	2,80–3,50	≤ 0,015	По расчету 0,015	0,015

[1] Суммарная массовая доля углерода и азота не должна превышать 0,023%.

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 14–1–2533–78	Отжиг	900	Вода	5–20	325	440	13				

Назначение. Сталь предназначена для изготовления неохлаждаемых элементов дистанционирования и крепления труб поверхностей нагрева пароперегревателей мощных тепловых электростанций, для насадок горелок топочного оборудования, форсунок печного оборудования, деталей различного теплообменного, нагревательного и другого высокотемпературного оборудования, работающего на воздухе и в агрессивных средах продуктов сгорания серосодержащих углей и природного газа при температурах до 1200°С.

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Воздух Пар	1000	0,010	2000
	1100	0,013	2000
	1200	0,020	2000
	1300	0,043	2000
Продукты сгорания природного газа: 13–14% CO_2, 8–10% H_2O, 3–4% O_2, 0,15–0,20% SO_2, остальное N_2	950	0,004	2000
	1000	0,010	2000
	1100	0,016	2000
	1200	0,027	2000

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		254–304
100	1100	176–221
500	1100	76–160
1500	1100	72–110
100	1200	152–281
500	1200	172–294
1500	1200	29–265

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Промышленная атмосфера		5000	1
Точечная	Вода, содержащая 5 мг/кг хлор-ионов и 0,3–6 мг/кг кислорода	280	3000	Язвы глубиной до 11мк
Коррозионное растрескивание		280	3000	Трещин не обнаружено
Межкристаллитная	При содержании ниобия в количестве более 10 × % С не проявляет склонности к МКК при испытании по методу АМ ГОСТ 6032–89.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1120–850	Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В состоянии отжига при $\sigma_в \le 550$ Н/мм²: $K_v = 1,05$ (твердый сплав), $K_v = 0,7$ (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
20Х20Н14С2 (Х20Н14С2, ЭИ 211)	Сортовой прокат — ГОСТ 5949–75. Лист тонкий — ГОСТ 5582–75. Трубная заготовка — ТУ-14–1–783–73, ТУ 14–1–790–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72								Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	Cr	Ni	Fe	S	P	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
≤ 0,20	2,00–3,00	≤ 1,50	19,0–22,0	12,0–15,0	основа	≤ 0,025	≤ 0,035				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5582–75	Закалка	1000–1080	Воздух или вода	0,7–3,9		590	40				
ГОСТ 5949–75	Закалка	1000–1150	Воздух или вода	До 60[1]	295	590	35	55			

[1] Для стали диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается снижение δ на 1%, ψ на 5%; свыше 100 до 150 мм – δ на 3%, ψ на 10%.

Назначение. Для изготовления деталей печных конвейеров, ящиков для цементации, печной арматуры с рабочей температурой до 950°С.

Сталь жаростойкая аустенитно–ферритного класса.

Жаростойкость				Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч
Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч	
Начало интенсивного окалинообразования в воздушной среде при температуре 1000°С				

Чувствительность к охрупчиванию при старении		
Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		

Ползучесть в зависимости от температуры испытаний

t, °С	Предел ползучести, Н/мм²	Скорость ползучести, %/ч
875	9,8	1 / 10000
1000	1,4	—

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1170–850	Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном состоянии при $\sigma_в$ = 500 Н/мм² K_v = 0,72 (твердый сплав)

Марка сплава	Вид поставки
05ХН46МВБЧ (ДИ 65)	**Трубная заготовка** — ТУ 14-1-3326-82. **Трубы** — ТУ 14-3-1093-82. **Проволока сварочная** — ТУ 14-1-2206-77.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14-1-3326-82

C	Si	Mn	Cr	Ni	W	Mo	Nb	S	P	Ce
0,03–0,07	≤ 0,60	1,20–2,00	20,0–22,0	44,0–48,0	2,80–3,50	4,00–5,00	0,90–1,30	≤ 0,015	≤ 0,020	По расчету 0,05

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 14-3-1093-82	Аустенизация	1080	Воздух	ø 13–60 s 1,5–6,0	343	686	30	—	—	—	—
	+ стабилизация	800	Воздух								

Назначение. Жаростойкий и жаропрочный сплав предназначен для изготовления трубных систем парогенераторов ядерных энергетических установок с гелиевым теплоносителем (ВТГР), а также для различных теплообменных аппаратов, работающих в условиях одновременного воздействия пароводяных сред высоких параметров и газовых сред при температурах до 800°С.

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Гелий марки "ВЧ"	650	0,014	5000
	750	0,016	5000

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		94
5000	750	91

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	База стойкости
Общая	200 мг/кг Cl^-, 0,3–6,0 мг/кг O_2	320–350	3000	1
Точечная	Устойчив к питтинговой коррозии в хлоридосодержащих средах.			
Коррозионное растрескивание	42% $MgCl_2$	154	500	Трещин не обнаружено
	200 мг/кг Cl^-, 0,3–6,0 мг/кг O_2	320–350	3000	Трещин не обнаружено
Межкристаллитная	Устойчив к МКК при испытании по методу АМ ГОСТ 6032-89.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1180–950	Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В состоянии аустенизации при $\sigma_в \le 890$ Н/мм² $K_v = 0,3$ (твердый сплав), $K_v = 0,15$ (быстрорежущая сталь)

Марка сплава	Вид поставки
ХН59ВГ–ИД (ЭК 82–ИД)	**Трубная заготовка** — ТУ 14–1–4080–86. **Трубы** — ТУ 14–3–1416–86.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14–1–4080–86

C	Si	Mn	Cr	Ni	W	V	Fe	S	P	Zr	Mg	Ce	B
0,02–0,07	≤ 0,5	1,0–1,6	18,5–21,5	основа	15,5–18,0	≤ 0,3	≤ 2,5	≤ 0,010	≤ 0,015	По расчету 0,02	По расчету 0,01	По расчету 0,01	По расчету 0,005

Температура критических точек, °С

Ac_3	Ac_1	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 14–3–1416–86	Закалка	1250	Вода	ø 13–68 s 1,5–6,5	392	785	48	—	—		

Назначение. Жаростойкий и жаропрочный сплав предназначен для изготовления трубных систем промышленных теплообменников установок типа ВТГР с гелиевым теплоносителем, работающих при температурах до 950°С. Благодаря твердорастворному упрочнению хромом, вольфрамом и молибденом сплав обеспечивает высокую жаропрочность при температуре эксплуатации и сохраняет стабильность структуры и механических свойств при работе в гелиевой атмосфере до 1000°С. Может быть использован для изготовления химического и нефтехимического оборудования.

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Гелий марки "А"	950	13	500
	950	20	2000

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		375

Высокотемпературная прочность и пластичность

t, °С	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	Термообработка
900	320	45,5	Закалка 1220°С, 1 ч, охлаждение в воде
950	246	47,2	
1000	181	39,0	
900	284	39,2	Закалка 1220°С, 1 ч, охлаждение в воде + старение в гелии при 950°С, 1000 ч.
950	193	48,0	
1000	142	37,2	

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
Нагрев под прессование до 1170 ± 10°С, прессование трубных заготовок через матричные кольца с применением стеклосмазки.	Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, ЭЛ, КТ.	В состоянии поставки при $\sigma_в$ = 785 Н/мм² K_v = 0,34 (твердый сплав), K_v = 0,13 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
20Х23Н13 (Х23Н13, ЭИ 319)	Сортовой прокат — ГОСТ 5949–75. Лист тонкий — ГОСТ 5582–75. Лист толстый — ГОСТ 7350–77.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	Cr	Ni	Fe	S	P
≤ 0,20	≤ 1,00	≤ 2,00	22,0–25,0	12,0–15,0	основа	≤ 0,025	≤ 0,035

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режимы термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5582–75	Закалка	1100–1150	Вода или воздух	0,7–3,9	—	540	35	—	—	—	—
ГОСТ 5949–75	Закалка	1100–1150	Воздух, масло или вода	Дп 60[1]	295	490	35	50	—	—	—
ГОСТ 7350–77	Закалка	1030–1120	Вода	4–25[2]	—	570	35	—	—	—	—

[1] Для стали диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается снижение δ на 1%, ψ на 5%; свыше 100 до150 мм – δ на 3%, ψ на 10%.

[2] Для листов толщиной свыше 25 мм механические свойства не нормируются, определение обязательно.

Назначение. Детали, работающие при высоких температурах в слабо нагруженном состоянии.

Сталь жаростойкая, аустенитно–ферритного класса.

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Окалиностойкая до 900°С			

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		206
2000	600	78
3800	600	16
2000	750	78

Ползучесть

t, °С	Предел ползучести, Н/мм²	Скорость ползучести, %/ч
550	151	1 / 10000
550	57	1 / 100000

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1220–900	Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД (электроды ОЗЛ–6, ЦЛ–25 и др.), РАД.	В состоянии аустенизации при $\sigma_в \geq 550$ Н/мм² $K_V = 0,7$ (твердый сплав), $K_V = 0,4$ (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
20Х23Н18 (Х23Н18, ЭИ 417)	Сортовой прокат — ГОСТ 5949–75. Лист тонкий — ГОСТ 5582–75, ТУ 14–1–2186–77. Лист толстый — ГОСТ 7350–77. Лента — ГОСТ 4986–79.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	Cr	Ni	Fe	S	P
≤ 0,20	≤ 1,00	≤ 2,00	22,0–25,0	17,0–20,0	основа	≤ 0,020	≤ 0,035

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
					не менее						
ГОСТ 4986–79	Закалка	1050–1080	Воздух или вода	0,05–0,2 0,2–2,0	—	570	19 38	—	—	—	—
ГОСТ 5582–75	Закалка	1080–1150	Вода, воздух	0,7–3,9	245	510	35	—	—	—	—
ГОСТ 5949–75	Закалка	1100–1150	Воздух или вода	До 60[1]	196	490	35	50	—	—	—
ГОСТ 7350–77	Закалка	1030–1130	Вода	4–50	265	540	35	—	—	—	—

[1] Для стали диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается снижение δ на 1%, ψ на 5%; свыше 100 до 150 мм – δ на 3%, ψ на 10%.

Назначение. Лопатки рабочие и направляющие, поковки, бандажи для работы при температуре 650–700°С; детали камер сгорания, хомуты, подвески и другие детали крепления котлов, муфелей, бесшовные трубы.

Сталь жаростойкая и жаропрочная, аустенитного класса.

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Воздух	650	0,0027	4500
	750	0,01	1500

Коэффициент чувствительности к надрезу на 10^4 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		137–186
10000	650	59–69
10000	700	15
10000	800	34

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Концентрированная H_2SO_4	20		1–2
Точечная				
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная				

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1180–900	Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, ЭШ и КТ.	В закаленном и отпущенном состоянии при 178 НВ и $\sigma_в$ ≤ 600 Н/мм² K_v = 0,9 (твердый сплав), K_v = 0,4 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
03Х23Н28М3Т (ЭК 86)	Листы горячекатаные — ТУ 14–1–4195–86.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14–1–4195–86

C	Si	Mn	Cr	Ni	Fe	Ti	Al	Ce	Ca	S	P
≤ 0,03	≤ 0,40	≤ 0,50	23,0–24,0	27,0–28,0	основа	0,10–0,20	4,00–4,50	По расчету до 0,15	По расчету до 0,10	≤ 0,02	≤ 0,02

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 14–1–4195–86	Закалка	1150	Вода	4–6	216	490	30	—	—		

Назначение. Насадки горелок, неохлаждаемые элементы дистанционирования поверхностей нагрева паровых котлов, форсунки горелок термических печей и др. изделия, работающие в окислительных газовых средах при температуре до 1300°С включительно.

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Воздух	1300	0,15	1000

Высокотемпературная пластичность и прочность стали

t, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %
900	193	166	46,1	48,0
1000	109	107	66,2	71,6
1050	81	76	76,3	68,5
1100	62	56	74,2	92,0
1150	47	42	67,5	96,5
1200	38	37	77,8	96,5

Стойкость стали к теплосменам

Среда	Режим	Количество теплосмен	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Воздух	1300 ⇄ 20°С	40	0,36	315

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1180±20 – 950	Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	—

Марка стали	Вид поставки
15Х25Т (Х25Т, ЭИ 439)	**Сортовой прокат** — ГОСТ 5949–75. **Лист тонкий** — ГОСТ 5582–75. **Лист толстый** — ГОСТ 7350–77. **Трубная заготовка** — ТУ 14–1–565–84. **Трубы** — ГОСТ 9940–81, ГОСТ 9941–81

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72								Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	Cr	Ti	Fe	S	P	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
≤ 0,15	≤ 1,00	≤ 0,80	24,0–27,0	5 × C – 0,90	основа	≤ 0,025	≤ 0,035				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5582–75	Отжиг или отпуск	740–780		0,7–3,9	—	530	17	—	—	—	—
ГОСТ 5949–75	Отжиг или без термообработки	730–770	Воздух или вода	До 60[1]	295	440	20	45	—	—	—
ГОСТ 7350–77	Отжиг или отпуск	740–780	Вода	4–25[2]	—	440	14	—	20	—	—
ГОСТ 9940–81	В состоянии поставки термообработанные			ø 57–325 s 3,5–32	—	441	17	—	—	—	—
ГОСТ 9941–81				ø 21–273 s 0,2–22	—	461	17	—	—	—	—

[1] Для сталей диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается снижение δ на 1%, ψ на 5%; свыше 100 до 150 мм – δ на 3%, ψ на 10%.
[2] Для листов толщиной свыше 25 мм механические свойства не нормируются, определение обязательно.

Назначение. Сварные конструкции, не подвергающиеся действию ударных нагрузок, работающие при температуре не ниже – 20°С (как заменитель стали марки 12Х18Н9Т); трубы теплообменной аппаратуры, работающие в азотной кислоте, электролитической щелочи, арматура нагревательных печей, чехлы термопар, электроды искровых зажигателей, трубы пиролизных установок и др.

Сталь жаростойкая и коррозионностойкая ферритного класса.

Сталь склонна к росту зерна при нагреве, что значительно снижает пластичность металла и значение ударной вязкости при комнатной температуре, поэтому горячая деформация должна проводиться при относительно низких температурах.

Жаростойкость				Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч
Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч	
Поток чистого воздуха	900	0,39	500	**Чувствительность к охрупчиванию при старении**
Поток воздуха, содержащего 1,5% SO_2	900	0,54	500	Время, ч / t, °С / KCU, Дж/см²
Спокойный воздух	1050	0,35	1500	Исходное состояние
				Склонна к отпускной хрупкости в интервале температур 450–520°С

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	40% азотная кислота	Температура кипения		1
	10% фосфорная кислота	20–70		1
	320–340 г/кг NaOH, 90 г/кг NaCl, 0,2–0,3 г/кг $NaClO_3$, скорость движения среды 1 км/сек	90	Производство щёлочи электролитическим методом	1
Точечная				
Коррозионное растрескивание	42% $MgCl_2$	154	500	Трещин не обнаружено
Межкристаллитная	Сталь не должна быть склонной к МКК при испытании по ГОСТ 6032–89.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1150–800	Трудно свариваемая. Способы сварки: РД и РАД. Рекомендуется предварительный подогрев и последующая термообработка.	В отожжённом состоянии при 149–163 НВ и $\sigma_в$ = 440 Н/мм² K_V = 0,9 (твердый сплав), K_V = 0,6 (быстрорежущая сталь).

Марка стали	Вид поставки
20Х25Н20С2 (Х25Н20С2, ЭИ 283)	Сортовой прокат — ГОСТ 5949–75. Лист тонкий — ГОСТ 5582–75, ТУ 14–1–2186–77.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	Cr	Ni	Fe	S	P
≤ 0,20	2,00–3,00	≤ 1,50	24,0–27,0	18,0–21,0	основа	≤ 0,020	≤ 0,035

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5582–75	Закалка	1050–1100	Воздух или вода	0,7–3,9	—	490	35	—			
ГОСТ 5949–75	Закалка	1100–1150	Воздух или вода	До 60[1]	295	590	35	50			

[1] Для стали диаметром или толщиной свыше 60 до 100 мм допускается снижение δ на 1%, ψ на 5%, свыше 100 до 150 мм – δ на 3%, ψ на 10%.

Назначение. В качестве материала для центробежнолитых труб, листов, печных роликов, подвесок и опор в котлах, экранов печей для работы при температурах до 1050°С в воздушной и углеводородной атмосферах.

Сталь жаростойкая аустенитного класса.

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Воздух	875	0,132	400
	1050	0,540	400

Коэффициент чувствительности к напряз за 10^4 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		
1	850	400
5	850	205
100	850	48
1000	850	25
5000	850	80

Твердость НВ в зависимости от температуры старения

t, °С	Длительность старения, ч					
	1	5	25	200	1000	5000
650	182	182	190	240	232	208
750	197	210	212	225	190	189
850	197	217	212	197	195	194

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °С	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1170–850	Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, ЭШ и КТ.	В нетермообработанном состоянии K_v = 0,8 (твердый сплав)

Марка стали	Вид поставки
03Х25Н25Ю5ТЛ	Цилиндрические тонкостенные крупногабаритные отливки — ТУ 14–1–2443–78.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14–1–2443–78

C	Si	Mn	Cr	Ni	Fe	S	P	Ti	Al	Ce
≤ 0,03	≤ 0,50	≤ 0,50	24,0–26,0	24,0–26,0	основа	≤ 0,02	≤ 0,02	0,20–0,40	5,00–5,50	По расчету 0,05–0,09

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 14–1–2443–78				14–20	По согласованию						

Назначение. Отливки из жаростойкой стали предназначены для ответственных элементов топочного котельного оборудования ТЭС (цилиндрические и конические насадки горелок, сопловые головки) и др. деталей, работающих в окислительных атмосферах при температуре до 1300°С.

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Воздух	1300	0,1	2000
Продукты сгорания природного газа: 14% CO_2, 8,5% H_2O, 4% O_2, 0,15% SO_2, остальное N_2	1100	0,01	2000

Стойкость к теплосменам

Среда	Режим	Количество теплосмен	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Воздух	1300⇄20°С	40	0,31	315

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С

900	1000	1100	1200	1250	Термообработка
88	118	196	132	118	

Технологические характеристики

Свариваемость	Обрабатываемость резанием
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В состоянии поставки при $\sigma_в \le 774$ Н/мм² $K_v = 0,6$ (твердый сплав), $K_v = 0,5$ (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
13Х11Н2В2МФ–Ш (ЭИ 961–Ш)	Сталь сортовая и калиброванная — ГОСТ 5949–75. Поковки — ТУ 14–1–2918–80, ТУ 14–1–1089–74. Заготовки лопаток — ОСТ 108.020.03–82, ОСТ 108.020.123–78, ТУ 14–1–51–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Fe	Al	Cu
0,10–0,16	≤ 0,60	≤ 0,60	≤ 0,025	≤ 0,030	10,5–12,0	1,50–1,80	0,35–0,50	0,18–0,30	1,60–2,00	основа	—	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
					не менее						
ГОСТ 5949–75	Отжиг или отпуск			До 200	—	—	—	—	—	—	≤ 269
	Закалка Отпуск (Вариант I)	1000–1020 660–710	Воздух или масло Воздух	До 200	735	880	15	55	88	—	—
	Закалка Отпуск (Вариант II)	1000–1020 540–590	Масло или воздух Воздух	До 200	930	1080	13	55	88	—	—
ТУ 14–1–2918–80	Закалка Отпуск	1000–1020 660–710	Масло Воздух	—	735	880	15 10[1]	55 50[1]	88 59[1]	—	321–269
	Закалка Отпуск	1000–1020 540–590	Масло Воздух	—	930	1080	13	45	88	—	311–388
ОСТ 108.020.03–82	Закалка Отпуск	1030 700	Масло Воздух	Замок до 60	666–813	833	15	50	59	—	248–302
	Закалка Отпуск	1000 680	Масло Воздух	Замок до 60	705–852	862	15	50	59	—	248–302
	Закалка Отпуск	1000 700	Масло Воздух	Замок свыше 60	666–813	833	14	45	59	—	248–302
	Закалка Отпуск	1000 680	Масло Воздух	Замок свыше 60	705–852	862	14	45	59	—	248–302

[1] Поперек волокна.

Назначение. Диски компрессоров, лопатки и другие нагруженные детали, работающие при температуре 600°С, штамповки для машины ГТК–25.

Сталь жаропрочная мартенситного класса.

Длительная прочность: t, °C	Длительность испытания, ч	Предел длительной прочности, Н/мм²	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C: + 20	– 20	– 40	– 60	– 70	Термообработка
550	10000	392	—	—	—	—	13	Прутки. Закалка 1050°С, масло; отпуск 580°С, воздух. $\sigma_{0,2}$ = 1040 Н/мм², $\sigma_в$ = 1200 Н/мм², δ_5 = 17%; ψ = 67%.
500	100	568						
550	100	441						
600	100	294						

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1250–850	До 400	Отжиг низкотемпературный, два переохлаждения	До 400	Отжиг низкотемпературный, два переохлаждения
Заготовка	1250–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °С: Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, Аф и КТ.	В состоянии после отпуска при 380 НВ и $\sigma_в$ = 850 Н/мм² K_v = 0,8 (твердый сплав), K_v = 0,3 (быстрорежущая сталь)				

Марка стали	Вид поставки
15Х11МФ (1Х11МФ)	Сталь сортовая и калиброванная — ГОСТ 5949–75. Прутки и полосы — ГОСТ 18968–73. Заготовки лопаток турбин и компрессоров — ОСТ 108.020.123–78, ОСТ 108.020.03–82.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Fe	Al	Cu
0,12–0,19	≤ 0,50	≤ 0,70	≤ 0,025	≤ 0,030	10,0–11,5	≤ 0,60	0,60–0,80	0,25–0,40	—	основа	—	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 5949–75	Отжиг или отпуск			До 200	—	—	—	—	—	—	≤ 229
	Закалка Отпуск	1030–1060 700–740	Масло Масло	До 200	490	690	15	55	59	—	—
ГОСТ 18968–73	Нормализация или закалка	1050–1100	Воздух или масло	До 60	590–755	740	15	50	59[1]	—	229–269
	Отпуск	660–770	Воздух	От 61 до 100	590–755	740	14	45	54[1]	—	229–269
ОСТ 108.020.03–82	Закалка Отпуск	1070 720	Масло Воздух	Замок до 60	539–686	686	15	50	59	—	217–255
	Закалка Отпуск	1095 710	Масло Воздух	Замок до 60	568–755	755	14	50	59	—	229–269
	Закалка Отпуск	1050 680	Масло Воздух	Замок до 60	666–813	784	13	40	39	—	241–285
	Закалка Отпуск	1070 720	Воздух	Замок свыше 60	539–686	686	14	45	59	—	217–255
	Закалка Отпуск	1095 710	Масло Воздух	Замок свыше 60	568–755	755	13	45	59	—	229–269
	Закалка Отпуск	1070 680	Масло Воздух	Замок свыше 60	666–813	784	12	35	39	—	241–285
ОСТ 108.020.123–78	Закалка Отпуск	1030–1060 720	Масло Воздух	—	539	686	15	50	59	—	217
	Закалка Отпуск	1080–1100 710	Масло Воздух	—	568	755	14	50	59	—	229

[1] Значения ударной вязкости — KCV.

Назначение. Лопатки, бандажи и другие детали, работающие при температуре до 560°С.

Сталь жаропрочная мартенситного класса, обладает высокой деформационной способностью и коррозионной стойкостью.

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1200–850	До 300	В штабелях на воздухе.	До 300	В штабелях на воздухе.
Заготовка	1200–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °С: Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ. Необходимы предварительный и сопутствующий подогрев и последующая термообработка.	В закаленном и отпущенном состоянии при 217 НВ и $\sigma_в$ = 730 Н/мм² K_v = 0,82 (твердый сплав), K_v = 0,5 (быстрорежущая сталь)	—	860	—	—

Марка стали	Вид поставки
15Х11МФБ (1Х11МФБ)	Поковки — ПД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Nb	Fe	Al	Cu
0,12–0,18	≤ 0,55	0,60–1,20	≤ 0,025	≤ 0,030	10,0–12,0	0,50–0,90	0,80–1,05	0,50–0,90	0,10–0,20	основа	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

ПД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ПД	Отжиг	880–900	С печью	—	550–680	700	14	50[1]/45	59[1]/39	—	217–255
	Нормализация	1130–1150	Воздух								
	Нормализация	1140–1160	Воздух								

[1] Числитель – образцы продольные; знаменатель – образцы тангенциальные.

Назначение. Крупные кованые и сварно-кованые детали паровых турбин, работающие при температуре до 580°С.
Сталь жаропрочная мартенситно-ферритного класса.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1230–900	До 50	В ящиках	До 50	В ящиках
Заготовка	1230–900	51–700	Нормализация, два переохлаждения, отпуск	51–700	Нормализация, два переохлаждения, отпуск

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °С			
		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном состоянии при 217–255 НВ и $\sigma_в$ = 730 Н/мм² K_v = 0,82 (твердый сплав), K_v = 0,5 (быстрорежущая сталь)				

Марка стали	Вид поставки
12Х11В2МФ (типа ЭИ 756)	Трубная заготовка — ТУ 14-1-1529-93. Трубы — ТУ 14-3-460-75.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14-3-460-75

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Fe	Al	Cu
0,09–0,14	≤ 0,50	0,50–0,80	≤ 0,025	≤ 0,025	10,0–12,0	≤ 0,60	0,60–0,90	0,15–0,30	1,70–2,20	основа	—	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	Режим термообработки: t, °C	Режим термообработки: Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ТУ 14-1-1529-93	Нормализация	1020–1050	Воздух	ø 80–190	390	640-830	18	—	—	—	—
	Отпуск (выдержка > 3 ч)	750–780	Воздух								
ТУ 14-3-460-75	Нормализация	1020–1050	Воздух	ø от 76 до 325 s от 4,5 до 32[2]	392	588	18[1]/17	45	49	—	255
	Отпуск (выдержка > 3 ч)	750–780	Воздух	ø от 10 до 42 s от 2,0 до 12[3]							

[1] Числитель – образцы продольные, знаменатель – образцы поперечные.

[2] Горячедеформированные трубы.

[3] Холоднодеформированные трубы.

Трубы подвергаются испытанию на сплющивание и МКК.

Назначение. Трубы паропроводов и перегревателей, работающие при температуре до 600°С.

Сталь жаропрочная мартенситно–ферритного класса, обладает высокой коррозионной стойкостью.

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1250–900	До 250	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение	До 250	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение
Заготовка	1250–900	215–400	Отжиг низкотемпературный, два переохлаждения	215–400	Отжиг низкотемпературный, два переохлаждения

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °С: Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ. Необходимы предварительный и сопутствующий подогревы и последующая термообработка.	В закалённом и отпущенном состоянии при 230 НВ и $\sigma_в$ = 740 Н/мм² K_v = 1,4 (твердый сплав), K_v = 0,5 (быстрорежущая сталь)				

Марка стали	Вид поставки
18Х11МНФБ (2Х11МФБН, ЭП 291)	**Сталь сортовая** — ГОСТ 5949–75. **Поковки и полосы** — ГОСТ 18968–73. **Заготовки лопаток** — ОСТ 108.020.03–82.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Nb	Fe	Al	Cu
0,15–0,21	≤ 0,60	0,60–1,00	≤ 0,025	≤ 0,030	10,0–11,5	0,50–1,00	0,80–1,10	0,20–0,40	0,20–0,45	основа	—	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	δ, % (не менее)	ψ, % (не менее)	KCU, Дж/см² (не менее)	HRC	HB
ГОСТ 5949–75	Отжиг или отпуск			До 200	—	—	—	—	—	—	≤ 255
	Закалка	1080–1130	Воздух или масло	До 200	590–735	740	15	50	59	—	—
	Отпуск	660–770	Воздух								
ГОСТ 18968–73	Закалка	1080–1130	Воздух или масло	До 60	590–735	740	15	50	59	—	229–269
	Отпуск	660–770	Воздух	От 61 до 100	590–735	740	14	45	58	—	229–269
ОСТ 108.020.03–82	Закалка	1090	Масло	Замок до 60	568	755	14	50	59	—	229–269
	Отпуск	740	Воздух								
	Закалка	1100	Масло	Замок до 60	617	764	14	45	49	—	235–277
	Отпуск	730	Воздух								
	Закалка	1090	Масло	Замок свыше 60	568	755	13	45	59	—	229–269
	Отпуск	740	Воздух								
	Закалка	1100	Масло	Замок свыше 60	617	764	13	40	49	—	235–277
	Отпуск	730	Воздух								

Назначение. Турбинные лопатки, диски, цельнокованые роторы, детали клапанов, работающие при температуре до 580°С.

Сталь жаропрочная мартенситно-ферритного класса, обладает высокой деформационной способностью и коррозионной стойкостью.

Сталь может выплавляться с применением ЭШП и ВДП.

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1200–800	До 180	В колодцах	До 180	В колодцах
Заготовка	1180–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °С: Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В закаленном и отпущенном состоянии при 269 НВ и $\sigma_в$ = 770 Н/мм²: K_v = 0,95 (твердый сплав), K_v = 0,45 (быстрорежущая сталь)				

Марка стали	Вид поставки
15Х12ВНМФ (ЭИ 802, ЭИ 952)	**Сталь сортовая и калиброванная** — ГОСТ 5949–75. **Прутки, полосы** — ГОСТ 18968–73, ОСТ 108.020.123–78, ОСТ 108.020.03–82.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Fe	Cu
0,12–0,18	≤ 0,40	0,50–0,90	≤ 0,025	≤ 0,030	11,0–13,0	0,40–0,80	0,50–0,70	0,15–0,30	0,70–1,10	основа	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 5949–75	Отжиг или отпуск	900–950	С печью	До 200	—	—	—	—	—	—	≤ 229
	Закалка Отпуск	1000–1020 650–750	Масло Воздух	До 200	590	740	15	45	59	—	—
ГОСТ 18968–73	Закалка	1010–1060	Масло	До 60	590–735	740	15	50	59	—	229–269
	Отпуск	660–770	Воздух	От 61 до 100	590–735	740	14	45	54	—	229–269
ОСТ 108.020.03–82	Закалка Отпуск	1060 720	Масло Воздух	Замок до 60	568–755	755	14	50	59	—	229–269
	Закалка Отпуск	1060 690	Масло Воздух	Замок до 60	666–813	784	13	40	39	—	241–285
	Закалка Отпуск	1060 720	Масло Воздух	Замок свыше 60	568–755	755	13	45	59	—	229–269
	Закалка Отпуск	1060 690	Масло Воздух	Замок свыше 60	666–813	784	12	35	39	—	241–285

Назначение. Лопатки, диски, цельнокованые роторы, бандажи, диафрагмы, болты, гайки, шпильки и другие детали, работающие при температуре до 570°С.

Сталь жаропрочная мартенситно–ферритного класса, обладает высокой деформационной способностью и коррозионной стойкостью.

Сталь может выплавляться с применением ЭШП и ВДП.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N	
380[1]	—	10^7	Закалка 1050°С, масло. Отпуск 700–720°С. $\sigma_{0,2}$ =690 Н/мм²; $\sigma_в$ =510 Н/мм².
168[2]	—	10^7	

[1] Образцы гладкие.
[2] Образцы с надрезом, радиус в вершине надреза 0,75 мм.

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С				Термообработка
+ 20	– 20	– 40	– 60	
47–147	57	67	62	Диск ø 750–1020 мм, высотой 300 мм. Поковка ротора ø 1140 мм. Закалка 1050°С, масло. Отпуск 720°С. $\sigma_{0,2}$ =600–650 Н/мм²; $\sigma_в$ =750–810 Н/мм² (образцы тангенциальные).

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1230–900	До 250	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение	До 250	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение
Заготовка	1230–900	251–400	Отжиг низкотемпературный, два переохлаждения	251–400	Отжиг низкотемпературный, два переохлаждения

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °С			
		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Необходимы предварительный подогрев и последующая термообработка.	В термообработанном состоянии при 230 НВ K_v = 1,1 (твердый сплав), K_v = 0,6 (быстрорежущая сталь)	800–810	860–880	—	—

Марка стали	Вид поставки
18Х12ВМБФР-Ш (ЭИ 993-Ш)	**Сталь сортовая и калиброванная** — ГОСТ 5949–75. **Прутки и полосы** — ТУ 14-1-552–72.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	B	Nb	Cu	Fe
0,15–0,22	≤ 0,50	≤ 0,50	≤ 0,025	≤ 0,030	11,0–13,0	—	0,40–0,60	0,15–0,30	0,40–0,70	≤ 0,003	0,20–0,40	≤ 0,30	основа

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5949–75	Отжиг или отпуск			До 200	—	—	—	—	—	—	≤ 229
	Закалка	1050–1150	Масло	До 200	490	740	12	45	39	—	—
	Отпуск	650–700	Воздух								
ТУ 14-1-552–72	Закалка	1030–1050	Масло	До 180	680	800	12	45	59	—	≤ 229
	Отпуск	680–720	Воздух								
Дл.	Нормализация	1030–1050	Воздух	—	700	900	15	45	59	—	255–235
	Отпуск	680–720	Воздух								

Назначение. Крепежные детали, турбинные лопатки для работы при температуре до 565–600°С.

Сталь жаропрочная мартенситно-ферритного класса, обладает высокой деформационной способностью и коррозионной стойкостью.

Предел длительной прочности: $\sigma^{600}_{100000} = 250$ Н/мм², $\sigma^{550}_{100000} = 220$ Н/мм².

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–850	До 270	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение	До 700	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение
Заготовка	1200–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °С			
		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Не применяется для сварных конструкций.	В закаленном и отпущенном состоянии при 269–302 НВ и $\sigma_в$ = 750 Н/мм² K_v = 0,78 (твердый сплав). K_v = 0,45 (быстрорежущая сталь)	850	930	—	—

Марка стали	Вид поставки
20Х12ВНМФ (ЭП 428)	**Сталь сортовая и калиброванная** — ГОСТ 5949–75. **Прутки и полосы** — ГОСТ 18968–73. **Заготовки лопаток** — ОСТ 108.020.128–78, ОСТ 108.020.03–82, ОСТ 108.020.129–84.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Fe	Cu
0,17–0,23	≤ 0,60	0,50–0,90	≤ 0,025	≤ 0,030	10,5–12,5	0,50–0,90	0,50–0,70	0,15–0,30	0,70–1,10	основа	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
					не менее						
ГОСТ 5949–75	Отжиг или отпуск			До 200	—	—	—	—	—	—	≤ 229
	Закалка Отпуск	1010–1060 660–770	Масло Воздух	До 200	590	740	15	50	59	—	—
ГОСТ 18968–73	Закалка	1010–1060	Масло	До 60	590–755	740	15	50	59	—	229–269
	Отпуск	660–770	Воздух	От 61 до 100	590–755	740	14	45	54	—	229–269
ОСТ 108.020.03–82	Закалка Отпуск	1060 720	Масло Воздух	Замок до 60	568–755	735	15	40	59	—	229–269
	Закалка Отпуск	1060 720	Масло Воздух	Замок свыше 60	568–755	735	14	35	59	—	229–269
ДП	Закалка Отпуск	1060 700	Масло Воздух	Замок до 60	666–813	784	13	40	39	—	241–286
	Закалка Отпуск	1060 700	Масло Воздух	Замок свыше 60	666–813	784	12	35	39	—	241–286

Назначение. Лопатки, диски, цельнокованые роторы, бандажи, диафрагмы, болты, гайки, шпильки и другие детали, работающие при температуре до 570°С.

Сталь жаропрочная мартенситного класса, обладает хорошей деформационной способностью и коррозионной стойкостью.

Сталь может выплавляться с применением ЭШП и ВДП.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
314–412	—	10^7								

Ползучесть			Длительная прочность		
t, °С	Скорость ползучести, %/ч	Предел ползучести, Н/мм²	t, °С	Длительность испытания, ч	Предел длительной прочности, Н/мм²
450	1 / 100000	274	500	10000	382
550		98–118	600	10000	103
580		78	500	100000	343
600		54	600	100000	88

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1230–900	До 250	Отжиг, одно переохлаждение	До 250	Отжиг, одно переохлаждение
Заготовка	1230–900	251–400	Отжиг, два переохлаждения	251–400	Отжиг, два переохлаждения

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °С			
		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Необходимы предварительный подогрев и последующая термообработка.	В состоянии после отпуска при 230 НВ и $\sigma_в$ = 750 Н/мм² K_v = 1,1 (твердый сплав), K_v = 0,6 (быстрорежущая сталь)	800–810	860–880	—	—

Марка стали	Вид поставки
37Х12Н8Г8МФБ (ЭИ 481)	Сортовой прокат — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Nb	V	Fe	Al	Cu
0,34–0,40	0,30–0,80	7,50–9,50	≤ 0,030	≤ 0,035	11,5–13,5	7,00–9,00	1,10–1,40	0,25–0,45	1,25–1,55	основа	—	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	δ_5, % (не менее)	ψ, % (не менее)	KCU, Дж/см² (не менее)	HRC	HB
ДЦ	Закалка	1130–1150	Вода	До 100	600	850	15	20	25	—	—
	Старение I (12–14 ч)	660–680	Воздух								
	Старение II (10–12 ч)	770–800	Воздух								
	Закалка	1140–1160	Вода	До 90	500	750	20	25	—	—	241–286
	Старение I (5 ч)	700–720	Воздух								
	Старение II (5 ч)	850–870	Воздух								
	Закалка	1140–1160	Вода	До 90	600	850	15	20	—	—	275–309
	Старение I (12–14 ч)	670	Воздух								
	Старение II (10–12 ч)	770–800	Воздух								

Назначение. Диски, лопатки, крепёж и другие детали для газовых турбин, работающие с ограниченным сроком службы при температуре при 600–650°С.

Сталь жаропрочная аустенитного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
421	—								

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °C	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1170–850	До 350	На воздухе	До 350	На воздухе
Заготовка	1220–950				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °C: Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, ЭШ и КТ. Рекомендуется последующая термообработка.	В термообработанном состоянии при 269 НВ K_v = 0,4 (твердый сплав), K_v = 0,2 (быстрорежущая сталь)				

Марка стали	Вид поставки
1Х14Н14В2М (ЭИ 257)	Трубы — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Fe	W	Ti	Al
≤ 0,15	0,30–0,80	≤ 0,70	≤ 0,030	≤ 0,035	13,0–15,0	13,0–15,0	0,40–0,60	основа	2,00–2,75	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ДЦ	Закалка	1100–1175	Вода или воздух	Труба[1]	220	550	35	—	—	—	≤ 175

[1] Трубы диметром до 108 мм проверяются на сплющивание (до соприкосновения сторон) и на раздачу (на 10% наружного диметра); трубы больших размеров – только на сплющивание (до 3S); S – толщина стенки трубы, мм.

Назначение. Трубы пароперегревателей, коллекторов и паропроводов с. в. д. для длительных сроков работы при температуре 550 – 600°С.

Сталь жаропрочная аустенитного класса.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1160–850	До 300	В штабелях на воздухе	До 300	В штабелях на воздухе
Заготовка	1160–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °С			
		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД. Для снятия напряжений рекомендуется термообработка.	В закаленном и отпущенном состоянии при 170 НВ и $\sigma_в$ = 600 Н/мм² K_v = 0,4 (быстрорежущая сталь)				

Марка стали	Вид поставки
09Х14Н19В2БР (ЭИ 695Р)	Сталь сортовая и калиброванная — ГОСТ 5949–75. Сортовой прокат — ГОСТ 5949–75. Трубная заготовка, трубы — НД заводов-изготовителей

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Nb	W	Ce	B	Cu
0,07–0,12	≤ 0,60	≤ 2,00	≤ 0,020	≤ 0,035	13,0–15,0	18,0–20,0	—	0,90–1,30	2,00–2,80	≤ 0,020	≤ 0,005	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5949–75	Закалка	1140–1160	Воздух	До 200	215	510	35	50	—	—	—
ДП	Аустенизация	1090–1130	Вода								
	Аустенизация	1140–1160	Вода или воздух	—	220	550	35	50	140	—	200

Назначение. Трубы пароперегревателей, паропроводов, коллекторов с. в. д. и другие детали, работающие при температуре до 700°С.

Сталь жаропрочная аустенитного класса.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1160–850		На воздухе		На воздухе
Заготовка	1160–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °С			
		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Рекомендуется последующая термообработка	В отожженном состоянии при 200 НВ и $\sigma_в$ = 510 Н/мм² K_v = 1,0 (твердый сплав), K_v = 0,35 (быстрорежущая сталь)				

Марка стали	Вид поставки
09Х14Н19В2БР1 (ЭИ 726)	**Сталь сортовая и калиброванная** — ГОСТ 5949–75. **Прутки** — ТУ 14-1-2865–80. **Сортовой прокат** — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Nb	B	W	Fe	Cu	Ce
0,07–0,12	≤ 0,60	≤ 2,00	≤ 0,020	≤ 0,035	13,0–15,0	18,00–20,00	0,90–1,30	≤ 0,025	2,00–2,80	основа	≤ 0,30	≤ 0,020

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5949–75	Закалка	1120–1140	Воздух	До 200	215	510	30	44	—	—	—
	Отпуск	740–760 (5 ч)	Воздух								
ДЩ	Аустенизация	1140–1160	Вода	До 250[1]	220	500	25	30	59	—	—
	Старение	740–760, (25 ч)	С печью								
	Аустенизация	1140–1160	Вода	600–1000[1] (бочка ротора)	240–230	550–520	30–25	36–30	59	—	—
	Старение	740–760, (25 ч)	С печью								

[1] Образцы тангенциальные.

Назначение. Лопатки, роторы, диски, работающие при температуре до 700°С.

Сталь жаропрочная аустенитного класса.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–800		На воздухе		На воздухе
Заготовка	1160–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °С			
		Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Рекомендуется последующая термообработка.	В термообработанном состоянии при 158 НВ и $\sigma_в$ = 580 Н/мм² K_v = 0,7 (твердый сплав), K_v = 0,25 (быстрорежущая сталь)				

Марка стали	Вид поставки
10Х15Н9С3Б1–Ш (ЭП 302–Ш)	Сортовой прокат. Лист — ТУ 0900-008–05764417–99. Трубная заготовка — ТУ 14–1–1174–75. Трубы — ТУ 14–3–211–74.

Массовая доля элементов, %

C	Si	Mn	Cr	Fe	S	P	Ni	Nb	НД	Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1
0,08–0,12	2,20–3,00	0,40–0,80	14,0–16,0	основа	≤ 0,025	≤ 0,035	8,00–10,0	0,70–1,00	ТУ 14–1–1174–75 ТУ 14–3–211–74				
0,08–0,12	2,20–3,00	0,40–0,80	14,0–16,0	основа	≤ 0,015	≤ 0,020	8,00–10,0	0,70–1,00	ТУ 0900–008–05764417–99				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ТУ 14–1–1174–75	Аустенизация	1100	Воздух	ø 85–90	245	588	25	—	98	—	—
ТУ 14–3–211–74	В термообработанном состоянии			ø 10–52 s 0,4–3,5	245	588	25	—	—	—	—
ТУ 0900–008–05764417–99	В термообработанном состоянии			От 16 до 300	245	590	25	40	—	—	—

Назначение. Для конструкций атомных энергоустановок, работающих в контакте с жидкометаллическим теплоносителем.

Жаростойкость: Среда	t, °C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Окалиностойкая до температуры 700°C			

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^3 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		—

Склонна к отпускной хрупкости после длительной выдержки при температуре 475°C.

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода, содержащая 5 мг/кг Cl^- и 0,3–6,0 мг/кг O_2	365	2000 3000	1
Контактная (в контакте со сталью марки 08Х18Н10Т)	Вода, содержащая 5 мг/кг Cl^- и 0,3–6,0 мг/кг O_2	320	500 1000	2 2
Точечная				
Коррозионное растрескивание	Вода, содержащая 50 мг/кг Cl^- и 0,3–6,0 мг/кг O_2	350		Разрушение в интервале 700–1000 ч при $\sigma > \sigma_{0,2}$
		320		Разрушение в интервале 130–540 ч при $\sigma > \sigma_{0,2}$
Межкристаллитная	Не склонна по методу АМ в состоянии аустенизации при 1050–1100°C.			

Технологические характеристики

Температурные параметры ковки, °C	Свариваемость	Обрабатываемость резанием
1150–800	Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ. Рекомендуется последующая термообработка.	В состоянии аустенизации при $\sigma_в$ = 590 Н/мм² K_v = 0,9 (твердый сплав), K_v = 0,5 (быстрорежущая сталь)

Марка стали	Вид поставки
08Х15Н24В4ТР (ЭП 164)	**Сталь сортовая и калиброванная** — ГОСТ 5949–75. **Сортовой прокат** — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Fe	B	W	Ti	Al	Ce
≤ 0,08	≤ 0,60	0,50–1,00	≤ 0,020	≤ 0,035	14,0–16,0	22,0–25,0	основа	≤ 0,005	4,00–5,00	1,40–1,80	—	≤ 0,025

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 5949–75	Не оговаривается			До 200	По согласованию сторон						
ДД					Пруток, продольные образцы						
	Закалка	1130–1150 (2 ч)	Воздух		450	750	18	35	80	—	—
	Старение	730–750 (16 ч)	Воздух								
	Отпуск	700 (16 ч)	Воздух		500	750	20	30	120	—	—
	Стабилизация[1]	750, 16 ч	Воздух		500	750	18	35	80	—	—

[1] При пониженных пластических свойствах проводится дополнительное старение при температуре 850°С.

Назначение. Рабочие и направляющие лопатки, крепежные детали, диски газовых турбин с длительным сроком службы при температурах до 700°С.

Сталь жаропрочная аустенитного класса.

Сталь может выплавляться с применением ВДП, ЭШП.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
420	—	10^8								

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °C	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–850		На воздухе		На воздухе
Заготовка	1180–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °C			
		Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КГ. Рекомендуется последующая термообработка.	В термообработанном состоянии при 215–228 НВ и $\sigma_в$ = 750 Н/мм² K_v = 0,7 (твердый сплав), K_v = 0,38 (быстрорежущая сталь)				

Марка стали	Вид поставки
45Х14Н14В2М (ЭИ 69)	**Сталь сортовая и калиброванная** — ГОСТ 5949–75. **Поковки** — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Fe	Al	Cu
0,40–0,50	≤ 0,80	≤ 0,70	≤ 0,020	≤ 0,035	13,0–15,0	13,0–15,0	0,25–0,40	—	2,00–2,80	основа	—	≤ 0,20

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5949–75	Отжиг или отпуск			До 200	—	—	—	—	—	—	197–285
	Высокий отпуск	810–830	Воздух	До 200	315	710	20	35	—	—	—
ДЦ	Отпуск	820, 5 ч	Воздух								
	Закалка Старение	1050–1180, 2 ч 750, 5 ч	Вода Воздух	—	300	700	—	35	—	—	170–210
	Отжиг	820	С печью		320	720	35	—	—	—	—
	Отжиг	820	С печью		320	720	20	35	50	—	—

Назначение. Детали арматуры и трубопроводов, клапаны моторов, крепёж для работы на длительные сроки при температуре до 600°С и для работы с ограниченными сроками до 600°С и др.

Сталь жаропрочная аустенитного класса.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1160–850	До 300	В штабелях на воздухе	До 300	В штабелях на воздухе
Заготовка	1160–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температуры критических точек, °С			
		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Для снятия сварочных напряжений рекомендуется последующая термообработка.	В закалённом состоянии при 210 НВ и $\sigma_в$ = 700 Н/мм² K_v = 0,7 (твердый сплав), K_v = 0,25 (быстрорежущая сталь)				

Марка стали	Вид поставки
08Х16Н9М2 (Х16Н9М2)	**Трубы** — НД заводов-изготовителей. **Поковки** — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Al
≤ 0,08	≤ 0,60	1,00–1,50	≤ 0,020	≤ 0,035	15,5–17,0	8,50–10,00	1,50–2,00	Количество α-фазы 1–4% (ковшовая проба)			

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ЛЦ	Аустенизация	1050–1100	Воздух или вода	180	220	540	40[1]/35	55[1]/50	150[1]/140	—	≤ 200
	Аустенизация	1050–1100	Воздух	600	200	540	40[1]/30	40	80	—	≤ 140[1]/180

[1] Числитель – образцы продольные; знаменатель – образцы тангенциальные.

Назначение. Трубы паропроводные и коллекторные и другие детали.

Сталь жаропрочная аустенитного класса.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °C	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1250–800	в до 500	Воздух	До 60	Воздух
Заготовка	1150–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °C			
		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Свариется без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ. Рекомендуется последующая термообработка	В состоянии аустенизации при ≤ 200 НВ и $\sigma_в$ = 540 Н/мм² K_v = 0,95 (твердый сплав), K_v = 0,6 (быстрорежущая сталь)				

Марки стали	Вид поставки
08Х16Н13М2Б (ЭИ 405, ЭИ 680)	**Сталь сортовая и калиброванная** — ГОСТ 5949–75. **Сортовой прокат** — НД заводов-изготовителей **Поковки** — НД заводов-изготовителей. **Лист** — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Nb	Cu
0,06–0,12	≤ 0,80	≤ 1,00	≤ 0,020	≤ 0,035	15,0–17,0	12,5–14,5	2,00–2,50	0,90–1,30	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5949–75	Отжиг или отпуск			До 200	—	—	—	—	—	—	143–179
	Закалка	1100–1130	Воздух	До 200	215	550	40	50	118	—	—
ДП	Аустенизация	1100–1130	Воздух или вода	До 75[1] лопатки	220	560	40	50	100	—	143–180
	Аустенизация Старение	1050–1100 750, 10 ч	Воздух Воздух с печью	До 800	240	550	40[2]/30	50[2]/35	75[2]/59	—	143–179
	В состоянии поставки			5–25[3]	230	540	25	35	—	—	—

[1] По согласованию сторон допускается $\sigma_{0,2} < 210$ Н/мм² и $\sigma_в < 500$ Н/мм².

[2] Числитель – механические свойства образцов продольных; знаменатель – тангенциальных образцов.

[3] Образцы поперечные.

Назначение. Лопатки, болты, диски, цельнокованые роторы и другие детали, работающие при температуре до 600°С.

Сталь жаропрочная аустенитного класса.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1220–880		На воздухе		На воздухе
Заготовка	1220–880				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °С			
		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Рекомендуется последующая термообработка.	В отожженном состоянии при 182 НВ и $\sigma_в$ = 630 Н/мм² K_v = 0,4 (твердый сплав), K_v = 0,36 (быстрорежущая сталь)				

Марка стали	Вид поставки
Х16Н16М82БР (ЭП 184)	Трубные заготовки, трубы — ТУ 14–3–207–81.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14–3–207–81

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Nb	W	Fe	Cu	B
0,06–0,11	≤ 0,80	≤ 0,60	≤ 0,020	≤ 0,030	15,0–17,0	15,0–17,0	0,40–0,90	0,60–1,00	2,00–3,00	основа	≤ 0,30	0,002–0,005

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 14–3–207–81	Аустенизация	1110–1150	Вода или воздух	ø 32–370 ≤ 6–45	200	500	35	50	120	—	—

Назначение. Трубы пароперегревателей, паропроводов, коллекторов с. в. д. для длительных сроков работы при температуре 600–650°С.

Сталь жаропрочная аустенитного класса.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–850		На воздухе		На воздухе
Заготовка	1180–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °С			
		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Рекомендуется последующая термообработка.	После аустенизации при $\sigma_в$ = 500 Н/мм² K_v = 1,1 (твердый сплав), K_v = 0,66 (быстрорежущая сталь)				

Марка стали	Вид поставки
10Х16Н14В2БР (1Х16Н14В2БР, ЭП 17)	Трубная заготовка и трубы — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Nb	B	W	Ce	Al	Cu
0,07–0,12	≤ 0,60	1,00–2,00	≤ 0,020	≤ 0,030	15,0–18,0	13,0–15,0	0,90–1,30	0,002–0,005	2,00–2,75	≤ 0,02 (по расчету)	—	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ДЦ	Аустенизация[1]	1050–1100	Вода	До 90	220	520	38	50	140	—	≤ 200
	Аустенизация[2]	1090–1150	Вода								

[1] Режим для обработки труб пароперегревателей.

[2] Режим для обработки паропроводов и коллекторных труб.

Назначение. Трубы пароперегревателей, паропроводов, коллекторов с. в. д. для длительных сроков работы при температуре до 700°С.

Сталь жаропрочная аустенитного класса.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1160–850		На воздухе		На воздухе
Заготовка	1160–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температуры критических точек, °С			
		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В закаленном и отпущенном состоянии при ≤ 200 НВ K_v = 0,6 (твердый сплав), K_v = 0,3 (быстрорежущая сталь)				

Марка стали	Вид поставки
3Х16Н22В6Б (ЦЖ 13)	Поковки — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Nb	V	W	Fe	Al	Cu
0,24–0,30	≤ 0,60	0,80–1,20	≤ 0,025	≤ 0,030	15,0–17,0	21,0–23,0	0,80–1,20	—	5,50–6,50	основа	—	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		по менее						
ДЦ	Аустенизация	1150–1170	Вода		300	600	20	25	50	—	—
	Отпуск	790–810	Воздух								

Назначение. Обоймы газовых турбин.

Сталь жаропрочная аустенитного класса.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °C	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–900		Воздух		
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °C			
		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	После аустенизации и отпуска при $\sigma_в$ = 600 Н/мм² $K_т$ = 1,0 (твердый сплав), $K_т$ = 0,66 (быстрорежущая сталь)				

Марка стали	Вид поставки
3ІХ19Н9МВБТ (ЭИ 572)	**Сталь сортовая и калиброванная** — ГОСТ 5949–75. **Сортовой прокат** — НД заводов-изготовителей. **Поковки** — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Nb	W	Ti	Al	Co
0,28–0,35	≤ 0,80	0,80–1,50	≤ 0,020	≤ 0,035	18,0–20,0	8,00–10,00	1,00–1,50	0,20–0,50	1,00–1,50	0,20–0,50	—	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	δ_5, % (не менее)	ψ, % (не менее)	KCU, Дж/см² (не менее)	HRC	HB
ГОСТ 5949–75	Закалка	1140–1180	Вода	До 200	295	590	30	40	—	—	—
	Старение	750–800, 15 ч	Воздух								
ДЦ	Закалка	1050	Вода		350	680	25[1]/20	25[1]/20	70[1]/50	—	—
	Старение	750	Воздух								
	Закалка	1180	Вода	До 150	340	700	35[1]/27	40[1]/30	60[1]/40	—	170–207
	Старение	800, 15 ч	Воздух или с печью								
	Закалка	1150–1180	Вода	200–250	350	680	25[1]/20	25[1]/20	60[1]/50	—	—
	Старение	750, 12–15 ч	С печью								

[1] Числитель – механические свойства образцов продольных; знаменатель – тангенциальных образцов.

Назначение. Лопатки, крепежные детали, роторы, диски и валы, работающие при температуре до 600–630°С.

Сталь жаропрочная аустенитного класса.

Сталь может выплавляться с применением ВДП.

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1230–900		На воздухе		На воздухе
Заготовка	1230–900				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °С: Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Для снятия сварочных напряжений рекомендуется термообработка.	В термообработанном состоянии при 175 НВ и $\sigma_в$ = 600 Н/мм² K_v = 0,6 (твердый сплав), K_v = 0,3 (быстрорежущая сталь)				

СПЛАВЫ НА ЖЕЛЕЗОНИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ

Марка сплава	Вид поставки
ХН35ВТ (ЭИ 612)	Сортовой прокат — ГОСТ 23304–78. Прутки, полосы — ТУ 14-1-272-72. Листы — ТУ 14-1-1528-76. Арматура трубопроводов АЭС — ТУ 26-07-1165-77.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Fe	W	Ti	Al	Cu
≤ 0,12	≤ 0,60	1,00–2,00	≤ 0,020	≤ 0,030	14,0–16,0	34,0–38,0	—	основа	2,80–3,50	1,10–1,50	—	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 23304–78	Аустенизация Старение 2-ступенчатое	1080–1100 850–900, 10 ч 700, 10–50 ч	Вода Воздух[1]	Не ограничивается	392–588	735	15	25	59	—	≥ 207

[1] Крупные поковки охлаждаются с печью до 200–300°С.
Сталь может выплавляться с применением ВДП.

Назначение. Лопатки газовых турбин, диски, роторы, крепежные детали, плоские пружины и другие детали, работающие при температуре до 650°С.

Предел выносливости, Н/мм²				Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N	t, °C		+20	0	–20	–40	–60	–80	
333	—	10^7	500	Закалка с 1080–1100°С, 1 ч, вода. Старение: 850°С, 10 ч; 700°С, 25–50 ч.	69–108	117–147	118–176	127–137	127–157	118–147	Диск диаметром 1000 мм, высотой 275 мм. Закалка 1090°С, 1,5 ч, вода. Старение: 850°С, 10 ч; 700°С, 20 ч; 600°С, 30 ч. 207–228 НВ. Образцы тангенциальные.
314	—	10^7	600								
225–265	—	10^7	650								

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

1,1–1,2 (при 650°С)

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		40–180
25000	550	50–130
30000	600	45–115
100000	650	60–80

Жаростойкость

Среда	t, °C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Воздух	650	0,014	600
Перегретый пар		0,020	

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода деминерализованная	320	3000	1
Точечная	Вода деминерализованная	320	3000	Не подвержена
Коррозионное растрескивание	Вода, содержащая 200 мг/кг Cl^- и 0,3–6,0 мг/кг O_2	320	3000	Трещин нет при $\sigma > \sigma_{0,2}$

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °C	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1170–850		На воздухе		На воздухе
Заготовка	1170–850				

Свариваемость

Трудно свариваемый.
Способы сварки: РД, РАД и КТ.
Для снятия сварочных напряжений рекомендуется последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием

В термообработанном состоянии при 217 НВ и $\sigma_в$ = 750 Н/мм²
K_v = 0,7 (твердый сплав),
K_v = 0,45 (быстрорежущая сталь)

Температура критических точек, °C

Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1

Марка сплава	Вид поставки
ХН35ВТК (ЭИ 612К)	Сортовой прокат — НД заводов-изготовителей. Поковки — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Co	Fe	W	Ti	Al	B
≤ 0,10	≤ 0,50	1,00–2,00	≤ 0,020	≤ 0,020	14,0–16,0	34,0–38,0	3,50–4,50	основа	2,80–3,50	1,20–1,60	—	0,01 (по расчету)

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	НКС	НВ
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ДЦ	Закалка	1080–1100	Вода	До 125	350	650	15	35	59	—	217–255
	Отпуск	700, 5 ч	Воздух								
	Старение 2-ступенчатое	850, 10 ч 700, 25–50 ч	Воздух с печью до 200–300°C	200–250	400	750	15	25	50	—	229

Сталь может выплавляться с применением ВДП.

Назначение. Диски, лопатки, крепеж и другие детали, работающие при температуре до 700°C.

Жаропрочный сплав на железоникелевой основе.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^3 ч
1,1–1,2 (при 650 и 700°C)

Жаростойкость			
Среда	t, °C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
По жаростойкости близок к сплаву ХН35ВТ (ЭИ 612)			

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		50–111
30000	550	30–60
30000	600	20–50
30000	650	50–100
30000	700	70–80

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	По коррозионной стойкости близок к сплаву ХН35ВТ (ЭИ 612)			
Точечная				
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная				

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °C	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1170–900		На воздухе		На воздухе
Заготовка	1170–900				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °C			
		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Трудно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Для снятия сварочных напряжений рекомендуется последующая термообработка.	В закаленном и отпущенном состоянии при 229 НВ и $\sigma_в$ = 650 Н/мм² K_v = 0,6 (твердый сплав), K_v = 0,4 (быстрорежущая сталь)				

Марка сплава	Вид поставки
ХН35ВТЮ (ЭИ 787)	Сортовой прокат — ТУ 108.11.853–87. Прутки горячекатаные и кованые — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Fe	B	W	Ti	Al	Cu
≤0,08	≤0,60	≤0,60	≤0,020	≤0,030	14,0–16,0	33,0–37,0	основа	≤0.020	2,80–3,50	2,40–3,20	0,70–1,40	≤0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ЛЦ	Закалка	1180–1200 (2,5–8,0 ч)	Воздух	32–55	650	950	6	8	30	—	—
	Закалка	1040–1060 (4 ч)	Воздух								
	Старение	750–800 (16 ч)	Воздух								

Назначение. Рабочие лопатки газотурбинных и других двигателей, работающие при температуре до 750°С; компрессорные лопатки, работающие при температуре до 750°С; диски, дефекторы, кольца, работающие при температуре до 750°С.

Жаропрочный сплав на железоникелевой основе.

Предел выносливости, Н/мм²: σ_{-1}	τ_{-1}	t, °C	Термообработка	τ, ч	Предел ползучести, Н/мм², при t, °C: 700	750	800	Термообработка
280	—	550	Выносливость при циклическом нагружении на базе циклов 10^7					
270	—	750	Закалка 1150–1160°С (6–10 ч), воздух	1000	245	—	127	
300	—	550						
300	—	700	Закалка 1050°С (4 ч), старение 830°С (16 ч), воздух.					
280	—	750		100000	176	98	—	
250	—	800						

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^8 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении		
Время, ч	t, °C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		30
10000	700	11
6000	750	12

Жаростойкость: Среда	t, °C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Окалиностойкий до 750°С			

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая				
Точечная				
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная				

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °C	Охлаждение поковок, изготовленных: из слитков: Размер сечения, мм	Условия охлаждения	из заготовок: Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1100–900	До 450	На воздухе	До 450	На воздухе
Заготовка	1110–900				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °C: Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Трудно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Для снятия сварочных напряжений рекомендуется последующая термообработка	В термообработанном состоянии при 340–364 НВ и $\sigma_в$ = 950 Н/мм²: K_v = 0,15 (твердый сплав), K_v = 0,10 (быстрорежущая сталь)				

Марка сплава	Вид поставки
ХН35ВТР (ЭИ 725)	Лист — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Ce	B
≤ 0,10	≤ 0,60	≤ 1,00	≤ 0,020	≤ 0,030	14,0–16,0	35,0–38,0	—	—	4,00–5,00	1,10–1,50	0,025 (по расчету)	0,005 (по расчету)

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ДЦ	Закалка	1130–1150	Воздух	5–50	400	750	20	30	80	—	—
	Старение	750, 24 ч	Воздух								

Назначение. Корпусы турбин с рабочей температурой металла до 750°С, направляющие лопатки турбин, работающие при температуре 750–780°С.

Жаропрочный сплав на железоникелевой основе.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч	Жаростойкость			
	Среда	t, °C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
	Окалиностойкий до 700°С			

Чувствительность к охрупчиванию при старении		
Время, ч	t, °C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		104
11000	700	50
5000	750	46

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °C	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	По коррозионной стойкости близок к сплаву ХН35ВТ (ЭИ 612)			
Точечная				
Коррозионное растрескивание				
Межкристаллитная				

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °C	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1160–850		На воздухе		На воздухе
Заготовка	1160–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температуры критических точек, °C			
		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Трудно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Для снятия сварочных напряжений рекомендуется последующая термообработка.	В термообработанном состоянии при $\sigma_в$ = 800 Н/мм² K_v = 0,30 (твердый сплав), K_v = 0,15 (быстрорежущая сталь)				

СПЛАВЫ НА НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ

Марка сплава	Вид поставки
ХН78Т (ЭИ 435)	**Поковки** — ГОСТ 25054–81. **Трубки капиллярные** — ГОСТ 14162–79. **Пруток горячекатаный, кованый** — ТУ 14–1–1671–76. **Лист горячекатаный** — ГОСТ 24982–81, ТУ 14–1–2752–79. **Лист холоднокатаный** — ГОСТ 24982–81. **Лента** — ТУ 14–1–975–74. **Заготовки трубки** — ТУ 14–1–4319–87, ТУ 14–1–4009–85, ТУ 14–1–895–74, ТУ 14–1–4319–87.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Fe	W	Ti	Al
≤ 0,12	≤ 0,80	≤ 0,70	≤ 0,010	≤ 0,015	19,0–22,0	основа	—	≤ 1,00	—	0,15–0,35	≤ 0,15

Механические свойства

НД	Режим термообработки	Сечение, мм	t испытания, °С	Кратковременные свойства						Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	НВ	σ, Н/мм²	τ, ч
				не менее							не менее
ГОСТ 14162–79		ø 0,3–5,0 s 0,1–1,0		По согласованию изготовителя с потребителем					—	Плотность 8350 г/см³	
ГОСТ 24982–81	Закалка 980–1020°С, вода	s ≤ 3,9	20	—	860	35	—	—	—	—	—
			800	—	175	45	—	—	—	—	—
		s ≥ 4,0	20	—	880	30	—	—	—	—	—
			800	—	175	40	—	—	—	—	—
ГОСТ 25054–81	Закалка 980–1020°С, вода или воздух	< 200		196	588	30	40	—	200	—	—
		200–500				27	37				
		500–1000				25	35				
ТУ 14–1–1671–76	Закалка 980–1020°С, воздух	ø 180		165	640	35	50	—	—	—	—
		□ 180									
ТУ 14–1–895–74	Закалка 1080–1100°С, воздух	ø 180		255	590	40	—	—	—	—	—
		ø 215									
		ø 250									
ТУ 14–1–4319–87	Закалка 1080–1100°С, воздух	ø 170–250		—	650	35	—	—	—	—	—
ТУ 14–1–4009–85	Закалка 1080–1100°С, воздух	ø 85–120		165	640	35	50	—	—	—	—
ТУ 14–1–975–74	Закалка 980–1020°С, вода или воздух	s 0,1–2,0		—	830	δ_4 25	—	—	—	—	—
ТУ 14–1–2752–79	Закалка 980–1020°С, вода или воздух	s 4,0–11,0		275	640–880	30	—	—	—	—	—

ХН78Т (ЭИ 435)

Назначение. Детали газопроводных систем, жаровые трубы камер сгорания, рассчитанные на ограниченный срок службы при температурах до 1000°С, направляющие лопатки, уплотнения и другие детали.

Условия испытания			Предел выносливости, σ_{-1}, Н/мм², при t, °С				Малоцикловая выносливость		
Тип образца	Цикл	N	20	700	800	900	Максимальная температура цикла, °С	Размах упруго-пластической деформации $\Delta\varepsilon$, %	N
Гладкие	симметричный	10^7	220	155	140	100			

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения						Жаростойкость			
Режим старения		$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²	Среда	t, °С	Глубина коррозии, мм	База испытания, ч
t, °С	τ, ч								
Исходное состояние						Окалиностойкая до температуры 1000°С.			
700	3000	170	565	34,5	—				
800	3000	150	600	38,0	—				
900	3000	140	560	33,0	—				
1000	3000	175	520	33,5	—				

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1160–950			До 300	Охлаждается в штабелях на воздухе
Заготовка	1220–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Деформируемость
Ограниченно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В закаленном состоянии при 156 НВ и $\sigma_в$ = 720 Н/мм² K_v = 0,5 (твердый сплав), K_v = 0,3 (быстрорежущая сталь)	

Марка сплава	Вид поставки
ХН60ВТ (ЭИ 868)	**Пруток горячекатаный** — ТУ 14–1–286–72. **Пруток кованый** — ТУ 14–1–286–72. **Прессизделие** — ТУ 14–1–3148–81. **Лист горячекатаный** — ТУ 14–1–1494–75, ТУ 14–1–4296–87. **Лист холоднокатаный** — ТУ 14–1–1747–76. **Заготовка трубная** — ТУ 14–1–230–72. **Лента холоднокатаная** — ТУ 14–1–927–74.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Fe	W	Ti	Al
≤ 0,10	≤ 0,80	≤ 0,50	≤ 0,013	≤ 0,013	23,5–26,5	основа	—	≤ 4,00	13,0–16,0	0,30–0,70	≤ 0,50

Механические свойства

НД	Режим термообработки	Сечение, мм	t испытания, °C	Кратковременные свойства						Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	НВ	$\sigma_τ$, Н/мм²	τ, ч
				не менее							не менее
ТУ 14–1–286–72	Закалка, 1150–1200°С, воздух	ø 10–120 □ 60–120	20	—	750	30	—	—	—	—	—
ТУ 14–1–1747–76	Закалка, 1150–1200°С, вода или воздух	s 0,8–3,0	20	—	1030	40	—	—	—	—	—
ТУ 14–1–1494–75	Термическая обработка по режиму завода–поставщика	s 2,0–3,9	20	—	1030	35	—	—	—	—	—
ТУ 14–1–4296–87	Закалка, 1150–1200°С, вода или воздух	s 4,0–11,0	20	—	980	40	—	—	—	—	—
ТУ 14–1–927–74	Закалка, 1150–1200°С, вода или воздух	s 0,2–1,2	20	—	980	35	—	—	—	—	—
ТУ 14–1–230–72	Закалка, 1200°С, воздух	ø 180 ø 185 ø 190	20	—	690	30	—	—	—	—	—

Назначение. Детали газопроводных систем, жаровые трубы, детали камер сгорания, уплотнения и другие детали высокотемпературных газовых турбин.

Условия испытания			Предел выносливости, σ_{-1}, Н/мм², при t, °C		Малоцикловая выносливость		
Тип образца	Цикл	N	600	700	Максимальная температура цикла, °C	Размах упруго–пластической деформации Δε, %	N

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения						Жаростойкость			
Режим старения		$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²	Среда	t, °C	Глубина коррозии, мм	База испытания, ч
t, °C	τ, ч								
Исходное состояние									

Технологические характеристики

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Деформируемость
		Ковка
Ограниченно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В закаленном состоянии при $\sigma_в$ = 750 Н/мм² K_v = 0,3 (твердый сплав)	Способен к глубокой вытяжке. $K_{пр}$ = 2,06 (предельный коэффициент вытяжки)

Марка сплава	Вид поставки
ХН67ВМТЮ (ЭП 202, ЭИ 445Р)	Прутки горячекатаные и кованые прутки — ГОСТ 23705–79. Прокат листовой — ГОСТ 24982–81.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Fe	W	Ti	Al	B	Ce
≤ 0,08	≤ 0,60	≤ 0,50	≤ 0,010	≤ 0,015	17,0–20,0	основа	4,00–5,00	≤ 4,00	4,00–5,00	2,20–2,80	1,00–1,50	≤ 0,01	≤ 0,01

Механические свойства

НД	Режим термообработки	Сечение, мм	t испытания, °С	Кратковременные свойства						Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	НВ	σ_t, Н/мм²	τ, ч
				не менее							не менее
ГОСТ 23705–79	Закалка, 1100–1150°С, 5 ч, воздух Старение 800–850°С, 10 ч, воздух	ø 15–55 ø 60–100 □ 60–180	20	550	930	16	18	34	241–341	—	—
				(вакуумно-дуговой переплав)							
ГОСТ 24982–81	Закалка, 1140–1160°С воздух или вода Отпуск, 850°С, 5 ч, воздух	Лист ≥ 4,0	20	550	930	18	—	—	—		
	Закалка 1070–1090°С, воздух или вода Отпуск 850°С, 5 ч, воздух	Лист до 3,9	20	—	930	15	—	—	—		

Назначение. Диски, корпусы, рабочие и сопловые лопатки газовых турбин со сроком службы до 25000 ч при температуре до 750°С.

Условия испытания			Предел выносливости, σ_{-1}, Н/мм², при t, °С				Малоцикловая выносливость		
Тип образца	Цикл	N	700	750	800	850	Максимальная температура цикла, °С	Размах упруго-пластической деформации Δ ε, %	N
Гладкие	симметричный	10^7	300–320	320–340	310–330	280–300			

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения						Жаростойкость			
Режим старения		$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²	Среда	t, °С	Глубина коррозии, мм	База испытания, ч
t, °С	τ, ч								
Исходное состояние					50				
700	1000	—	—	—	20				
770	1000	—	—	—	17				
850	1000	—	—	—	17				

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–950				
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Деформируемость
Трудно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	После закалки и старения при 320 НВ и $\sigma_в$ = 950 Н/мм² K_v = 0,1 (твердый сплав), K_v = 0,08 (быстрорежущая сталь)	

Марка сплава	Вид поставки
ХН77ТЮР (ЭИ 437Б)	Прутки горячекатаные и кованые — ГОСТ 23705-79. Прокат листовой — ГОСТ 24982-81. Поковки — ТУ 14-1-2918-80. Трубки капиллярные — ГОСТ 14162-79.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632-72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Fe	B	Ce	Ti	Al	Pb
≤ 0,07	≤ 0,60	≤ 0,40	≤ 0,007	≤ 0,015	19,0–22,0	основа	≤ 1,00	≤ 0,010	≤ 0,02	2,40–2,80	0,60–1,00	≤ 0,01

Механические свойства

НД	Режим термообработки	Сечение, мм	t испытания, °С	Кратковременные свойства						Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	НВ	σ_t, Н/мм²	τ, ч
				не менее							не менее
ГОСТ 14162-79	Термообработанные	ø 0,3–5,0 s 0,1–1,0		—	784	20	—	—	—	Плотность 8200 г/м³	
ГОСТ 23705-79	Закалка 1080°С, 8 ч, воздух	ø 10–55	20	—	—	—	—	—	255–321	—	—
	Старение 700°С, 16 ч, воздух		700	—	740	15	20	—	—	—	—
			700	—	—	—	—	—	—	451	40
ГОСТ 24982-81	Закалка 1080–1120°С, воздух или вода	≥ 3,9	20	—	930	20	—	—	—	—	—
	Старение 750°С, 5 ч, воздух		750	—	590	8	—	—	—	—	—
ТУ 14-1-2918-80	Закалка 1080°С, 8 ч, воздух	ø 140–550	20	665	980	13	16	29	255–321	—	—
	Старение 750–790°С, 16 ч, воздух	□ 140–550 120–800 (300 × 300)	650	—	—	—	—	—	—	640	30

Назначение. Рабочие лопатки и диски газовых турбин, работающие при температуре до 750°С.

ХН77ТЮР (ЭИ 437Б)

Условия испытания			Предел выносливости, Н/мм², при t, °С					Малоцикловая выносливость		
Тип образца	Цикл	N	20	600	700	800	900	Максимальная температура цикла, °С	Размах упруго-пластической деформации Δε, %	N
Гладкие	симметричный	10^7	370	310	375–390	260–295	150			
С надрезом	симметричный	10^7	220	245	—	240	—			
Гладкие	симметричный	10^8	—	—	355	210	110			

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения						Жаростойкость			
Режим старения		$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²	Среда	t, °С	Глубина коррозии, мм	База испытания, ч
t, °С	τ, ч								
Исходное состояние		660	1000	11–29	30–50	Окалиностойкая при температуре 650–820°С.			
600	5000	790	920	3,2–4,2	15				
650	5000	780	1160	12,5–21,5	30				
700	5000	680	1130	20–23	40–50				
750	5000	500	1020	28–30	70–80				

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1150–1050			До 300	На воздухе
Заготовка	1180–900				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Деформируемость
Трудно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	После закалки и старения при 269 НВ и $\sigma_в$ = 1080 Н/мм² K_v = 0,25 (твердый сплав), K_v = 0,08 (быстрорежущая сталь)	

Марка сплава	Вид поставки
ХН80ТБЮ (ЭИ 607)	Прутки — ТУ 14–1–1358–74.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Fe	Nb	Ti	Al
≤ 0,08	≤ 0,80	≤ 1,00	≤ 0,012	≤ 0,015	15,0–18,0	основа	—	≤ 3,00	1,00–1,50	1,80–2,30	0,50–1,00

Механические свойства

НД	Режим термообработки	Сечение, мм	t испытания, °С	Кратковременные свойства					НВ	Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²		σ, Н/мм²	τ, ч
				не менее							не менее
ТУ 14–1–1358–74	Закалка, 1100°С, 6 ч, вода Отпуск 1000°С, 2 ч, с печью до 900°С Отпуск 900°С, 1 ч, с печью до 800°С Отпуск 800°С, 2 ч, воздух Отпуск 750°С, 20 ч, воздух Отпуск 650°С, 48 ч, воздух	32–55	20	530	930	18	22	59	—	—	—

Назначение. Лопатки турбин, рассчитанные на работу при температуре 30–700°С. Крепежные детали.

Условия испытания			Предел выносливости, σ_{-1}, Н/мм², при t, °С	Малоцикловая выносливость		
Тип образца	Цикл	N	650	Максимальная температура цикла, °С	Размах упруго-пластической деформации $\Delta\varepsilon$, %	N
Гладкие	симметричный	10^7	395			
Гладкие	симметричный	10^8	370			

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения

Режим старения		$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²
t, °С	τ, ч				
Исходное состояние		650	1050	30,0	100
650	20000	610	1040	22,0	60
700	20000	450	940	24,0	60

Жаростойкость

Среда	t, °С	Глубина коррозии, мм	База испытания, ч
Продукты сгорания природного газа: O_2 – 18,2%, CO_2 – 4,3%, H_2O – 1,6%, SO_2 – 0,035%, N_2 – остальное	700	0,001	10000
	800	0,007	10000
	850	0,013	10000

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–900				
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Деформируемость
Трудно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	После аустенизации и старения при 190 НВ и $\sigma_в$ = 750 Н/мм² K_v = 0,25 (твердый сплав), K_v = 0,15 (быстрорежущая сталь)	

Марка сплава	Вид поставки
ХН80ТБЮА (ЭИ 607А)	Горячекатаные и кованые прутки — ТУ 14–1–1358–74, ТУ 14–1–3728–84. Лопатки — ТУ 108.01.059–86.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 108.01.059–86

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Nb	Fe	W	Ti	Al
≤ 0,08	≤ 0,80	≤ 1,00	≤ 0,012	≤ 0,015	15,0–18,0	основа	1,00–1,50	≤ 3,00	—	1,40–1,80	0,50–1,00

Механические свойства

НД	Режим термообработки	Сечение, мм	t испытания, °С	Кратковременные свойства					НВ	Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²		σ_t, Н/мм²	τ, ч
				не менее							не менее
ТУ 14–1–1358–74	Закалка, 1100°С, 6 ч, вода Отпуск 1000°С, 2 ч, с печью до 900°С Отпуск 900°С, 1 ч, с печью до 800°С Отпуск 800°С, 2 ч, воздух Отпуск 750°С, 20 ч, воздух Отпуск 700°С, 48 ч, воздух	32–55	20	441	833	20	25	59	—	—	—
ТУ 108.01.059–86	Закалка, 900°С, 2 ч Старение 1090°С, 3 ч, воздух Старение 1000°С, 4 ч, воздух Старение 675°С, 20 ч, воздух	Лопатки	20	441–618	833	20	25	59	187–241	—	—
			650	412	637	20	25	—	—	422	50

Назначение. Лопатки, крепежные детали, пружины, диски, уплотнительные кольца, работающие при температуре до 700°С.

Условия испытания			Предел выносливости, σ_{-1}, Н/мм², при t, °С				Малоцикловая выносливость		
Тип образца	Цикл	N	550	600	650	700	Максимальная температура цикла, °С	Размах упруго-пластической деформации Δ ε, %	N
Продольные образцы от прутка									
Гладкие	симметричный	10^7	475	475	—	—			
Радиальные образцы от диска									
Гладкие	симметричный	10^7	—	—	375	363			

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения						Жаростойкость			
Режим старения		$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²	Среда	t, °С	Глубина коррозии, мм/год	База испытания, ч
t, °С	τ, ч								
Исходное состояние		620	1000	33	160	Воздух	700	0,001	10000
500	6000	680	1090	29	100		800	0,007	
550	6000	740	1150	25	120				
600	6000	710	1090	25	110		850	0,013	
650	6000	590	1020	33	120				

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–900		На воздухе		На воздухе
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Деформируемость
Трудно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В термообработанном состоянии при 165 НВ и $\sigma_в$ = 750 Н/мм² K_v = 0,2 (твердый сплав), K_v = 0,15 (быстрорежущая сталь)	

Марка сплава	Вид поставки
ХН65ВМТЮ (ЭИ 893)	**Горячекатаные и кованые прутки** — ГОСТ 23705–79, ТУ 14–1–322–72(ВИ), ТУ 14–1–2481–78(ВД). **Поковки** — ТУ 108.02.005–76. **Лопатки** — ТУ 108.01.059–86, ТУ 108.02.061–82.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Ce	W	Ti	Al	B	Fe
≤ 0,05	≤ 0,60	≤ 0,50	≤ 0,012	≤ 0,015	15,0–17,0	основа	3,50–4,50	≤ 0,025	8,50–10,00	1,20–1,60	1,20–1,60	≤ 0,10	≤ 3,00

Механические свойства

НД	Режим термообработки	Сечение, мм	t испытания, °С	Кратковременные свойства					НВ	Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²		σ, Н/мм²	τ, ч
				не менее							не менее
ГОСТ 23705–79(ОИ)	Закалка, 1170°С, 2 ч, воздух Старение 800°С, 12 ч, воздух	ø 34–55 ø 20–32 ø 60–125 □ 60–125	20	490	830	20	25	59			
			750	—	640	11	15	—			
ГОСТ 23705–79(ВИ)	Закалка, 1170°С, 2 ч, воздух Ступенчатый отпуск, 1000°С, 4 ч, охлаждение с печью до 900°С; 900°С, 8 ч, охлаждение с печью до 850°С; 850°С, 15 ч, воздух		20	490	830	20	22	59			
			750	—	640	11	15	—			
ГОСТ 23705–79(ВД)	Нагрев 1020°С, 1,5 ч, воздух Закалка 1160°С, 2 ч, воздух Отпуск 1000°С, 4 ч, воздух 900°С, 8 ч, воздух 820°С, 15 ч, воздух		20	490	830	20	22	59			
			750	—	640	20	20	—			
ТУ 14–1–2481–78(ВД)	Закалка 1020°С, 1,5 ч Нагрев до 1160°С, 2 ч, воздух Отпуск 900°С, 8 ч, воздух 820°С, 15 ч, воздух	ø 32–55	20	490	840	20	22	59			
			750	—	637	11	15	—			
ТУ 14–1–322–72(ВИ)[1]	Закалка 1170°С, 2 ч, воздух Ступенчатый отпуск 1000°С, 4 ч, охлаждение до 900°С 900°С, 8 ч, охлаждение до 850°С 850°С, 15 ч, воздух	ø 32–55 ø 60–125 □ 60–125	20	490	840	20	25	59			
			750	—	637	11	15	—			
	Закалка 1170°С, 2 ч, воздух Отпуск 800°С, 12 ч, воздух										
ТУ 108.02.027–79(ВИ)	Закалка 1170°С, 2 ч, воздух Ступенчатый отпуск 1000°С, 4 ч, охлаждение до 900°С 900°С, 8 ч, охлаждение до 850°С 850°С, 15 ч, воздух	32–55	20	490	840	20	25	59			
			750	—	637	11	15	—			

ХН65ВМТЮ (ЭИ 893)

Механические свойства

НД	Режим термообработки	Сечение, мм	t испытания, °С	Кратковременные свойства						Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	НВ	σ, Н/мм²	t, ч
				не менее							не менее
ТУ 108.01.059–86(ВД)	Закалка 1020°С, 1,5 ч, нагрев до 1160°С, 2 ч, воздух. Отпуск 1000°С, 4 ч, воздух. 900°С, 8 ч, воздух. 820°С, 15 ч, воздух		20	490–667	833	20	22	54	217–277		
			750	—	637	20	20	—		284	500

[1] Режим термообработки выбирается заводом-поставщиком.

Назначение. Рабочие и направляющие лопатки и крепеж, работающие при температуре до 800°С.

Условия испытания			Предел выносливости, Н/мм², при t, °С			Малоцикловая выносливость		
Тип образца	Цикл	N	700	750	800	Максимальная температура цикла, °С	Размах упруго-пластической деформации Δε, %	N
Гладкие	симметричный	10^7	370	240	200	750	1,0 0,8 0,65	3×10^3 6×10^3 1×10^4
С надрезом	симметричный	10^7	260	100	—	800	0,7 0,64 0,58	1×10^3 3×10^3 1×10^4

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения

Режим старения		$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²
t, °С	τ, ч				
Исходное состояние		480–550	790–960	21–40	50–75
650	10000	660	1100	22–24	30
750	20000	480	890	21	50
800	5000	460–500	900–940	17–31	35–70

Жаростойкость

Среда	t, °С	Суммарная глубина коррозии[1], мм	База испытания, ч
Продукты сгорания природного газа: O_2 – 16–18%, CO_2 – 2–3%, H_2O – 4–6%, N_2 – остальное	700	0,0072	1000
		0,0134	5000
Продукты сгорания природного газа: O_2 – 16–18%, CO_2 – 2–3%, H_2O – 4–6%, N_2 – остальное; с обмазкой: 3% NaCl, 40% Na_2SO_4 и другие окислы	700	0,0219	1000
		0,0610	5000
Продукты сгорания газотурбинного топлива: O_2 – 15–17%, CO_2 – 6–8%, SO_2 – 0,05–0,10%, H_2O – 6%, N_2 – остальное; с обмазкой: V_2O_5 – 2,6%, Na_2SO_4 – 21,7% и другие окислы	800	0,232	1000
		2,113	3000

[1] Суммарная глубина коррозии определяется по ГОСТ 6130–71 п. 5.5 и 6.1.3.

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–950		На воздухе		На воздухе
Заготовка	1180–950				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Деформируемость
Трудно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В термообработанном состоянии при 285–293 НВ, $\sigma_в$ = 940 Н/мм² $K_т$ = 0,15 (твердый сплав), $K_т$ = 0,07 (быстрорежущая сталь)	

Марка сплава	Вид поставки
ХН70ВМЮТ (ЭИ 765)	Горячекатаные и кованые прутки — ТУ 14–1–1358–74.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Fe	W	Ti	Al	B
0,10–0,16	≤ 0,06	≤ 0,05	≤ 0,012	≤ 0,015	14,0–16,0	основа	3,00–5,00	≤ 3,00	4,00–6,00	1,00–1,40	1,70–2,20	≤ 0,01

Механические свойства

НД	Режим термообработки	Сечение, мм	t испытания, °С	Кратковременные свойства						Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	НВ	σ, Н/мм²	τ, ч
				не менее							не менее
ТУ 14–1–1358–74	Закалка, 1150°С, 3 ч, масло Отпуск 800°С, 20 ч, воздух	32–55	20	588	980	20	25	59	—	—	—
			700	—	735	12	13	59	—	490	75

Назначение. Лопатки стационарных газовых турбин, работающие при температуре до 800–850°С, крепежные детали, работающие при температуре до 650–750°С.

Условия испытания			Предел выносливости, Н/мм², при t, °С			Малоцикловая выносливость		
Тип образца	Цикл	N	700	750	800	Максимальная температура цикла, °С	Размах упруго-пластической деформации Δε, %	N
Гладкие	симметричный	10^7	400	380	320			
С надрезом	симметричный	10^7	250	250	210			

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения						Жаростойкость			
Режим старения		$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²	Среда	t, °С	Глубина коррозии, мм	База испытания, ч
t, °С	τ, ч								
Исходное состояние		670–720	1090–1150	24–32	80–95	Воздух	750	0,0003	1000
600	8000	860–880	1280–1300	20–23	43–58	CO_2 – 4,0%, H_2O – 1,5%, SO_2 – 0,01%, воздух – остальное	750	0,0004	1000
700	20000	710	1170	17	18				
750	20000	590	1060	20	35				
800	8000	610–690	1100–1150	28–35	40–50				

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–900				
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Деформируемость
Трудно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Для снятия сварочных напряжений рекомендуется последующая термообработка	В состоянии закалки и старения при $\sigma_в$ = 970 Н/мм² $K_т$ = 0,2 (твердый сплав), $K_т$ = 0,1 (быстрорежущая сталь)	

Марка сплава	Вид поставки
ХН70ВМТЮ (ЭИ 617)	Прутки горячекатаные — ГОСТ 23705–79.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Fe	B	Al	Ce
≤ 0,12	≤ 0,60	≤ 0,50	≤ 0,010	≤ 0,015	13,0–16,0	основа	2,00–4,00	0,10–0,50	5,00–7,00	1,80–2,30	≤ 5,00	≤ 0,020	1,70–2,30	≤ 0,020

Механические свойства

НД	Режим термообработки	Сечение, мм	t испытания, °С	Кратковременные свойства						Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	НВ	$\sigma_т$, Н/мм²	τ, ч
				не менее							не менее
ГОСТ 23705–79	Закалка, 1190°С, 2 ч, воздух	20–55[1]	20	—	—	—	—	—	299–341	—	—
			800	—	670	3	8	—	—	—	—
	Закалка, 1050°С, 4 ч, воздух		850	—	—	—	—	—	—	196	40
	Отпуск 800°С, 16 ч, воздух	20–55[2]	20	—	—	—	—	—	299–341	—	—
			800	—	690	7	10	—	—	—	—
			850	—	—	—	—	—	—	196	60

[1] Открытая индукционная выплавка (ОИ).
[2] Вакуумно-индукционная выплавка (ВИ).

Назначение. Лопатки и роторы, диски, газовых турбин, рассчитанные на работу при температурах до 800–850°С.

Условия испытания			Предел выносливости, Н/мм², при t, °С					Малоцикловая выносливость		
Тип образца	Цикл	N	20	700	800	850	900	Максимальная температура цикла, °С	Размах упруго-пластической деформации Δ ε, %	N
Гладкие	симметричный	10^7	240–370	370–390	360–390	300	250–280			
С надрезом	симметричный	10^7	250	280–300	290–320	—	190			

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения						Жаростойкость			
Режим старения		$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²	Среда	t, °С	Глубина коррозии, мм	База испытания, ч
t, °С	τ, ч								
Исходное состояние		700–780	1070–1140	14–20	15–30				
700	5000	640	1270	15	30				
770	5000	570	1060	18	40				
850	5000	460	950	23	50				

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1170–950				
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Деформируемость
Ограниченно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	После аустенизации и старения при 302 НВ и $\sigma_в$ = 1000 Н/мм² K_v = 0,13 (твердый сплав), K_v = 0,08 (быстрорежущая сталь)	

Марка сплава	Вид поставки
ХН73МБТЮ (ЭИ 698)	Поковки, штамповки дисков — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %, ДЦ

C	Cr	Ni	Ti	Al	Mo	Nb	Si	Mn	Fe	S	P
≤ 0,08	13,0–16,0	основа	2,35–2,75	1,30–1,70	2,80–3,20	1,80–2,20	≤ 0,60	≤ 0,40	≤ 2,00	≤ 0,007	≤ 0,015

Механические свойства

НД	Режим термообработки	Сечение, мм	t испытания, °C	Кратковременные свойства						Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HB	σ, Н/мм²	τ, ч
				не менее							не менее
ДЦ	Закалка, 1120°C, 8 ч, воздух Отпуск 1000°C, 4 ч, воздух 750–775°C, 16–25 ч, воздух	ø 80–100	20	705	1150	16	18	39	286–340	—	—
			750	—	—	—	—	—	—	390	50
										360	100

Назначение. Диски, лопатки газовых турбин с рабочей температурой до 750°C.

Условия испытания			Предел выносливости, Н/мм², при t, °C		Малоцикловая выносливость		
Тип образца	Цикл	N	650	750	Максимальная температура цикла, °C	Размах упруго-пластической деформации Δε, %	N
Глазкие	симметричный	10^7	340–350	360–380			
С надрезом	симметричный	10^7	290	340			

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения

Режим старения		$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²
t, °C	τ, ч				
Исходное состояние		810	1220	15	43
650	10000	800	1220	14	33
700	10000	690	1180	20	34
750	10000	580	1110	27	56

Тангенциальные образцы из диска.

Жаростойкость

Среда	t, °C	Глубина коррозии, мм	База испытания, ч

Технологические характеристики

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Деформируемость
Трудно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В состоянии закалки и старения при 286–340 НВ и $\sigma_в$ = 1150 Н/мм² K_v = 0,18 (твердый сплав)	Хорошо деформируется в горячем состоянии при 1100–1180°C с окончанием деформирования не ниже 1000°C

Марка сплава	Вид поставки
ХН75ВМЮ (ЭИ 827)	Прутки, поковки — НД заводов-изготовителей

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Al	Fe	B	Ce
≤ 0,12	≤ 0,40	≤ 0,40	≤ 0,010	≤ 0,015	9,00–11,00	основа	5,00–6,50	≤ 0,70	4,50–5,50	4,00–4,60	≤ 5,00	0,01–0,02	≤ 0,010

Механические свойства

НД	Режим термообработки	Сечение, мм	t испытания, °С	Кратковременные свойства						Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	НВ	$\sigma_τ$, Н/мм²	τ, ч
				не менее							не менее
ДП	Закалка 1200°С, 6–8 ч, воздух	ø 32–55	20	—	—	—	—	—	255–321	—	—
			850	—	588	6	9	—	—	—	—
	Старение 900–950°С, 8 ч, воздух		850	—	—	—	—	—	—	270	50
			850	—	—	—	—	—	—	250	65

Назначение. Лопатки газовых турбин, работающие при температуре 750–800°С со сроком службы до 25000 ч.

Условия испытания			Предел выносливости, Н/мм², при t, °С		Малоцикловая выносливость		
Тип образца	Цикл	N	700	800	Максимальная температура цикла, °С	Размах упруго-пластической деформации Δε, %	N
Гладкие	симметричный	10^8	320–340	240			
С надрезом	симметричный	10^8	240	—			

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения

Режим старения		$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²
t, °С	τ, ч				
Исходное состояние		580–690	950–1180	13–21	25–40
700	10000	640	930	7	20
750	10000	590	950	11	40
800	5000	550–660	870–1170	11–19	31–45
850	5000	520–540	980–1040	17–36	75–100
900	5000	500	990	36	81

Жаростойкость

Среда	t, °С	Глубина коррозии, мм	База испытания, ч
Продукты сгорания природного газа: O_2 – 17–20%, CO_2 – 6%, H_2O – 1–2%, SO_2 – 0,02–0,05%, N_2 – остальное	800	0,001	10000
	850	0,002	10000

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–1040		На воздухе		На воздухе
Заготовка	1180–1040				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Деформируемость
Трудно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В термообработанном состоянии при 278–285 НВ и $\sigma_в$ = 1110 Н/мм² K_v = 0,10 (твердый сплав), K_v = 0,05 (быстрорежущая сталь)	

Марка сплава	Вид поставки
ХН65КВЮТБ (ЦЖ 24)	Поковки.

Массовая доля элементов, %, ДЦ

C	Cr	Mo	Co	Ti	Al	Nb	W	Ni
0,11–0,13	14,5–15,0	4,00–4,10	5,50–5,80	1,10–1,50	1,90–2,30	0,40–0,70	4,50–5,30	основа

Механические свойства

НД	Режим термообработки	Сечение, мм	Испытания, °С	Кратковременные свойства						Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	НВ	σ, Н/мм²	τ, ч
				не менее							не менее
ДЦ (промышленная партия)	Закалка 1150°С, 3 ч, масло; отпуск 800°С, 20 ч, воздух	в 38–105	20	760	1220	30	38	100	285	—	—

Назначение. Крупногабаритные лопатки энергетических газовых турбин.

Условия испытания			Предел выносливости, Н/мм², при t, °С			Малоцикловая выносливость		
Тип образца	Цикл	N	20	570	750	Максимальная температура цикла, °С	Размах упруго-пластической деформации Δε, %	N
Гладкие	симметричный	10^8	300	—	395	750	1,1	1×10^3
							0,8	3×10^3
							0,6	1×10^4
Гладкие	асимметричный ($\sigma_т$ = 150 Н/мм²)	10^8	—	305	345	800	0,7	1×10^3
							0,65	3×10^3
							0,6	1×10^4
С надрезом	асимметричный ($\sigma_т$ = 150 Н/мм²)	10^8	—	—	190			

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения

Режим старения		$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²
t, °С	τ, ч				
Исходное состояние		790	1200	30	70
550	14000	804	1155	34,0	50
600	14000	859	1145	29,0	45
650	14000	832	1194	29,0	48
700	14000	764	1186	28,0	—
750	14000	636	1117	26,0	40
800	14000	541	1051	25,5	40

Жаростойкость

Среда	t, °С	Суммарная глубина коррозии[1], мм	База испытания, ч
Продукты сгорания природного газа; O_2 – 8–10%, CO_2 – 4–6%, H_2O – 6,0%, N_2 – остальное	750	0,0177	5000
		0,0230	10000
	800	0,037	5000
		0,054	10000

[1] Суммарная глубина коррозии, определяемая по ГОСТ 6130–71 п. 5.5 и 6.1.3.

Технологические характеристики

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Деформируемость
Трудно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В закаленном и отпущенном состоянии при 285 НВ и $\sigma_в$ = 1220 Н/мм² K_v = 0,08 (твердый сплав), K_v = 0,04 (быстрорежущая сталь)	Сплав хорошо кующийся в интервале температур 950–1200°С, обладает высокой технологичностью при прокатке, выдерживает большие деформации под прессом и молотом.

Марка сплава	Вид поставки
ХН65КМВЮБ–ВД (ЭП 800–ВД)	Прессизделия — ТУ 14–1–4834–90.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14–1–4834–90

C	W	Cr	Mo	Al	Nb	Co	Ni	Si	Mn	S	P	Fe	B	Ce
≤ 0,05	4,00–6,00	12,0–13,5	5,00–6,00	4,20–4,90	1,50–2,00	8,50–10,50	основа	≤ 0,40	≤ 0,50	≤ 0,010	≤ 0,015	≤ 3,00	По расчету 0,01	По расчету 0,02

Механические свойства

НД	Режим термообработки	Сечение, мм	Испытания, °С	Кратковременные свойства						Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	НВ	σ, Н/мм²	τ, ч
				не менее							не менее
ТУ 14–1–4834–90	Закалка 1150–1180°С, 5 ч, воздух Нагрев 1050°С, 2 ч, воздух Нагрев 1000°С, 2 ч, воздух Отпуск 900°С, 2 ч, воздух Отпуск 850°С, 2 ч, воздух	60–125	20	635	1080	14	15	29	—	—	—
			800	588	810	8	12	—	—	—	—
			800	—	—	—	—	—	—	392	100

Пазначение. Штампованные лопатки высокотемпературных газовых турбин.

Условия испытания			Предел выносливости, Н/мм², при t, °С			Малоцикловая выносливость		
Тип образца	Цикл	N	20	450	800	Максимальная температура цикла, °С	Размах упруго-пластической деформации $\Delta\varepsilon$, %	N
Гладкие	симметричный	10^7	255	—	350	800	0,82	1×10^1
Гладкие	асимметричный ($\sigma_{ст}$ = 150 Н/мм²)	10^7	—	270	305		0,75	5×10^1
С надрезом	асимметричный ($\sigma_{ст}$ = 150 Н/мм²)	10^4	—	—	206		0,6	1×10^4

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения

Режим старения		$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²
t, °С	τ, ч				
Исходное состояние		750	1250	25	45
700	10000	820–870	1310–1320	10,5–11,5	160–180
750	10000	790–840	1270–1280	9,5–10,5	110–120
800	10000	770–790	1110–1190	6,7–8,0	120–130

Жаростойкость

Среда	t, °С	Суммарная глубина коррозии[1], мм	База испытания, ч
Продукты сгорания природного газа: O_2 – 8–10%, CO_2 – 4–6%, H_2O – 6%, SO_2 – 0,1%, N_2 – остальное	800	0,017	1000
		0,030	5000
	850	0,019	1000
		0,040	5000
Продукты сгорания природного газа: O_2 – 8–10%, CO_2 – 4–6%, H_2O – 6%, N_2 – остальное	800	0,002	1000
		0,006	5000
	850	0,008	1000
		0,019	5000

[1] Суммарная глубина коррозии, определяемая по ГОСТ 6130–71 п. 5.5 и 6.1.3.

Технологические характеристики

Рациональные температурные интервалы операций обработки давлением, °С

Состояние	Осадка		Ковка под молотом	Прокатка	Прессование	Штамповка
	пресс	молот				
Литое	1050–1200	1100–1200	1100–1200	1000–1130	1190–1200	—
Деформированное	1000–1230	1050–1200	1050–1200	1000–1200	1050–1200	1130–1200

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Выплавка	Деформируемость
Трудно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	После закалки и старения при $\sigma_в$ = 1080 Н/мм², K_v = 0,14 (твердый сплав), K_v = 0,07 (быстрорежущая сталь)	ВД – переплав электродов открытой индукционной выплавки	Нагрев заготовок под прессование 1120–1140°С, скорость прессования 800 мм/с, усилие прессования 550–650 Н/мм²

Марка сплава	Вид поставки
ХН60КВЮМБ–ВД (ЭИ 957–ВД)	Лопатки — ТУ 108.01.60–86. Прутки прессованные — ТУ 14–1–2477–78.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 108.01.60–86

C	Cr	Co	W	Mo	Nb	Al	Ni	Si	Mn	S	P	Fe	B	Ce	Zr	Y
≤ 0,05	10,6–12,0	8,50–10,50	8,50–10,50	2,50–4,50	1,00–2,00	5,20–6,00	основа	≤ 0,40	≤ 0,50	≤ 0,010	≤ 0,015	≤ 1,50	≤ 0,01	≤ 0,02	≤ 0,05	≤ 0,05

Механические свойства

НД	Режим термообработки	Сечение, мм	t испытания, °С	Кратковременные свойства						Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	НВ	σ_t, Н/мм²	τ, ч
				не менее							не менее
ТУ 108.01. 60–86	Нагрев 1180°С, 3 ч, воздух Нагрев 1050°С, 2 ч, воздух Нагрев 950°С, 2 ч, воздух Нагрев 850°С, 5 ч, воздух	Лопатки	20	882	1177	10	10	24,5	340–385	—	—
			800	784	833	5	—	—	—	—	—
			850	—	—	—	—	—	—	314	100

Назначение. Штампованные и кованые лопатки высокотемпературных газовых турбин.

Условия испытания			Предел выносливости, Н/мм², при t, °С		Малоцикловая выносливость		
Тип образца	Цикл	N	20	800	Максимальная температура цикла, °С	Размах упруго-пластической деформации Δε, %	N
Гладкие	симметричный	10^7	435	—	800	0,75	1×10^3
Гладкие	асимметричный ($\sigma_{ст}$ = 150 Н/мм²)	10^7	—	410		0,49	1×10^4
Гладкие	асимметричный ($\sigma_{ст}$ = 150 Н/мм²)	10^8	—	340		0,40	2×10^4

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения

Режим старения		$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²
t, °С	τ, ч				
Без старения		990–1015	1360–1390	18–22	40–50
700	5000	1050–1150	1300–1340	7,3–9,0	80–100
800	5000	830–840	1100–1150	9,0–10,0	120–130

Жаростойкость

Среда	t, °С	Суммарная глубина коррозии[1], мм	База испытания, ч
Продукты сгорания газотурбинного топлива: O_2 – 15–17%, CO_2 – 6–8%, SO_2 – 0,05–0,10%, H_2O – 6%, N_2 – остальное; с обмазкой: V_2O_5 – 2,6%, Na_2SO_4 – 21,7% и другие окислы	800	0,47	1000
		1,25	3000

[1] Суммарная глубина коррозии определяется по ГОСТ 6130–71, п. 5.5 и 6.1.3.

Технологические характеристики

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Выплавка	Деформируемость
Трудно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	После закалки и старения при 340–385 НВ и $\sigma_в$ = 1177 Н/мм² K_v = 0,14 (твердый сплав), K_v = 0,07 (быстрорежущая сталь)	ВД с применением гелия на токе дуги 3,6 КА	Температурный интервал деформации, °С 1100–1130

Марка сплава	Вид поставки
ХН55ВМТКЮ–ВД (ЭИ 929–ВД)	**Прутки горячекатаные и кованые** — ГОСТ 23705–79. **Катаный и прессованный пруток** ТУ 14–1–2970–80. **Лопатки** — ТУ 108.02.003–76, ТУ 108.02.006–84, ТУ 108.17.137–84.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72

C	Cr	Ni	Ti	Al	W	Mo	V	Co	B	Si	Mn	S	P	Fe
0,04–0,10	9,00–12,00	основа	1,40–2,00	3,60–4,50	4,50–6,50	4,00–6,00	0,20–0,80	12,0–16,0	Из расчету 0,02	≤ 0,50	≤ 0,50	≤ 0,010	≤ 0,015	≤ 5,00

Механические свойства

НД	Режим термообработки	Сечение, мм	t испытания, °С	Кратковременные свойства						Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	НВ	σ, Н/мм²	τ, ч
				не менее							не менее
ГОСТ 23705–79	Закалка 1220°С, 2 ч, воздух. Нагрев 1050°С, 4 ч, воздух. Старение 850°С, 8 ч, воздух	20–45	20	—	—	—	—	—	241–285		
			900	—	570	8	12	—	—		
			900	—	—	—	—	—	—	245	40
ТУ 14–1–2970–80	Нагрев 1000°С, 1,5 ч, нагрев 1180°С, 2,5–3 ч, перенос в печь на 1050°С, выдержка 50–60 мин. Охлаждение с печью до 1000°С, 50–60 мин. Охлаждение на воздухе. Старение 850°С, 15–16 ч.	30	20	640	980	15	16	24	241–285	—	—
			800	590	780	18	25	—	—	—	—
ТУ 108.02.003–76		Лопатки	20	630	940	12	14	24	241–285	—	—
			800	490	740	12	12	—	—	—	—
ТУ 108.02.006–84			20	630	940	12	14	24	277–341	—	—
			800	490	740	12	12	—	—	—	—
ТУ 108.17.137–84[1]			20	630	940	12	14	24	277–341	—	—
			800	490	740	12	12	—	—	—	—

[1] Окончательно готовые лопатки должны проходить контрольные испытания на усталостную прочность. Лопатки не должны разрушаться раньше чем через 10^7 циклов при симметричном нагружении с напряжением не менее 177 Н/мм² при температуре 750°С.

Назначение. Штампованные рабочие лопатки газовых турбин.

Условия испытания			Предел выносливости, Н/мм², при t, °С	
Тип образца	Цикл	N	600	700
Гладкие	симметричный	10^7	350	384
С надрезом	симметричный	10^7	—	225

Малоцикловая выносливость

Максимальная температура цикла, °С	Размах упруго-пластической деформации Δε, %	N
850	0,6	$2,5\times10^4$
	0,5	7×10^4
	0,47	1×10^5

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения

Режим старения		$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²
t, °С	τ, ч				
Исходное состояние		730–790	1200–1240	17–21	27–39
600	10000	780	1170	15,0	33
700	10000	750	1200	17,0	20
750	10000	690	1220	23,0	25
800	10000	680	1130	15,0	48

Жаростойкость

Среда	t, °С	Глубина коррозии, мм	База испытания, ч
Продукты сгорания природного газа: O_2 – 18,2%, CO_2 – 4,3%, H_2O – 1,6%, SO_2 – 0,035, N_2 – остальное	800	0,008	10000
	850	0,011	10000

Технологические характеристики

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Деформируемость	
		Температура ковки, °С	
		Начало	Окончание
Трудно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В термообработанном состоянии при $\sigma_в$ = 1000 Н/мм², K_v = 0,2 (твердый сплав), K_v = 0,09 (быстрорежущая сталь)	1160–1180	> 1000

Марка сплава	Вид поставки
ХН65КВМЮТБ-ВД (ЭК 78-ВД)	Прессизделия — ТУ 14-1-4026-85.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 14-1-4026-85

C	Si	Mn	S	P	Fe	Cr	Ni	Co	W	Mo	Al	Ti	Nb	B	Hf	Y	La
≤ 0,05	≤ 0,40	≤ 0,50	≤ 0,010	≤ 0,015	≤ 3,00	14,5–16,0	основа	5,0–6,0	4,5–6,0	3,5–5,0	1,5–2,3	1,50–2,30	1,5–2,0	По расчету 0,01	По расчету 0,04	По расчету 0,05	По расчету 0,02

Механические свойства

Н/д	Режим термообработки	Сечение, мм	t испытания, °С	Кратковременные свойства						Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	НВ	σ, Н/мм²	τ, ч
				не менее							не менее
ТУ 14-1-4026-85	Закалка 1170°С, 3 ч, охлаждение с печью в течение 1–2 ч до 1000°С, воздух. Нагрев 1000°С, 2 ч, воздух. Отпуск 800°С, 20 ч, воздух.	70–125	20	685	1130	20	20	49	—	—	—
			750	588	880	15	20	—	—	441	100

Назначение. Штампованные и кованые лопатки высокотемпературных газовых турбин.

Условия испытания			Предел выносливости, Н/мм², при t, °С			Малоцикловая выносливость		
Тип образца	Цикл	N	20	580	750	Максимальная температура цикла, °С	Размах упруго-пластической деформации Δε, %	N
Гладкие	симметричный	10^8	350	—	—	650	0,90	1×10^3
Гладкие	асимметричный ($\sigma_{ст}$ = 300 Н/мм²)	10^8	290	235	—		0,68	5×10^3
Гладкие	асимметричный ($\sigma_{ст}$ = 150 Н/мм²)	10^8	—	—	275		0,6	1×10^4
							0,5	2×10^4

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения

Режим старения		$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²
t, °С	τ, ч				
Без старения		760	1220	31	100
550	30000	880	1280	20	70
600	30000	880	1200	31	40
650	30000	840	1190	27	50
700	30000	760	1240	24	50
750	30000	620	1160	26	40
800	30000	460	970	23	40

Жаростойкость

Среда	t, °С	Суммарная глубина коррозии[1], мм	База испытания, ч
Продукты сгорания природного газа: O_2 – 16–18%, CO_2 – 2–3%, H_2O – 4–6%, N_2 – остальное	700	0,0064	1000
		0,0127	5000
Продукты сгорания природного газа: O_2 – 16–18%, CO_2 – 2–3%, H_2O – 4–6%, N_2 – остальное; с обмазкой: NaCl – 3,0%, Na_2SO_4 – 40% и другие окислы	700	0,011	1000
		0,040	5000

[1] Суммарная глубина коррозии определяется по ГОСТ 6130-71 п. 5.5 и 6.1.3.

Технологические характеристики

Рациональные температурные интервалы операций обработки давлением, °С

Состояние	Осадка		Ковка под молотом	Прокатка	Прессование	Штамповка
	пресс	молот				
Литое	1050–1200	1100–1200	1100–1200	1000–1130	1190–1200	—
Деформированное	1000–1230	1050–1200	1050–1200	1000–1200	1050–1200	1130–1200

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Выплавка	Деформируемость
Трудно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В состоянии закалки и старения при $\sigma_в$ = 1130 Н/мм² K_v = 0,14 (твердый сплав), K_v = 0,07 (быстрорежущая сталь)	ВД – переплав электродов открытой индукционной выплавки	Температура нагрева литого металла под прессование 1100°С, деформированного под штамповку 1180–1050°С

Раздел 2. СТАЛИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ

СТАЛИ УГЛЕРОДИСТЫЕ И ЛЕГИРОВАННЫЕ

Марка стали	Вид поставки
У7, У7А	**Прутки, полосы и мотки** — ГОСТ 1435–90. **Лента холоднокатаная** — ГОСТ 2283–79. **Прокат сортовой** — ГОСТ 5210–95. **Лента стальная плющеная** — ГОСТ 10234–77.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 1435–90									Марка стали
C	Si	Mn	S	P	Cr[1]	Ni[1]	Mo	Cu[1]	
0,65–0,74	0,17–0,33	0,17–0,33	≤ 0,028	≤ 0,030	0,12–0,40	0,12–0,25	—	0,20–0,25	У7
		0,17–0,28	≤ 0,018	≤ 0,025					У7А

[1] Массовая доля Cr, Ni, Cu в зависимости от группы металлопродукции.

Температура критических точек, °С					
Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1	Mn^2	Мк
730	770	700	—	280	—

[2] Нагрев до 950°С.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_4, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 1435–90	Отжиг	690–710	С печью (скорость 50°С/ч)		Не определяются					—	≤ 187
	Закалка	800–820	Вода							≥ 62	
	Термически обработанная металлопродукция			≤ 5	—	650	—	—	—	—	—
ГОСТ 2283–79	Отожженная лента повышенного качества (ОП)			Свыше 1,50	—	640	10	—	—	—	—
	Отожженная лента обыкновенного качества			До 1,50	—	640	15	—	—	—	—
				Свыше 1,50	—	740	10	—	—	—	—
	Лента нагартованная обыкновенного качества			До 1,50	—	740–1180	—	—	—	—	—
				Свыше 1,50	—	740–1180	—	—	—	—	—

У7, У7А	Механические свойства при комнатной температуре										
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 10234–77	Отожженная лента 1[об] категории качества			0,10–4,00	—	780	10	—	—	—	—
	Нагартованная лента 1[об] категории качества			0,10–4,00	—	780–1270	—	—	—	—	—
	Отожженная лента высшей категории качества			0,10–4,00	—	570	—	—	—	—	—
	Нагартованная лента высшей категории качества			0,10–4,00	—	780–930	Г1[1]	—	—	—	—
						930–1080	Г2[1]	—	—	—	—
						1080–1230	Г3[1]	—	—	—	—

[1] Класс прочности.

Назначение. Инструмент для обработки дерева: топоры, колуны, стамески, долота; пневматический инструмент небольших размеров: зубила, обжимки, бойки; кузнечные штампы; игольная проволока; слесарно-монтажный инструмент; молотки, кувалды, бородки, отвертки, комбинированные плоскогубцы, боковые кусачки, рашпили, зубила, крейцмейсели, пружины, измерительные ленты и др.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+20	0	–20	–40	–60	–80	

Теплостойкость	Шлифуемость	Критический диаметр, мм, при закалке			
		В воде	В масле	В селитре	На воздухе
62 HRC, 200–220°C, 1 ч 58 HRC, 150–160°C, 1 ч	Хорошая	15–20	4–6	4–6	Не закаливается

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °C	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1150–800	До 100	В штабелях на воздухе	До 100	На воздухе
Заготовка	1180–800	101–700	Отжиг с перекристаллизацией, одно переохлаждение	101–300	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при 187 НВ, $\sigma_в$ = 630 Н/мм² K_v = 1,2 (твердый сплав), K_v = 1,1 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
У8, У8А	**Прутки, полосы и мотки** — ГОСТ 1435–90. **Лента холоднокатаная** — ГОСТ 2283–79. **Прокат сортовой** — ГОСТ 5210–95. **Лента стальная плющеная** — ГОСТ 10234–77.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 1435–90

C	Si	Mn	S	P	Cr[1]	Ni[1]	Mo	Cu[1]	Марка стали
0,75–0,84	0,17–0,33	0,17–0,33	≤ 0,028	≤ 0,030	0,12–0,40	0,12–0,25	—	0,20–0,25	У8
		0,17–0,28	≤ 0,018	≤ 0,025					У8А

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mn^2	Мк
730	765	700	—	245	—

[1] Массовая доля Cr, Ni, Cu в зависимости от группы металлопродукции.

[2] Нагрев до 810°С.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_4, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 1435–90	Отжиг	690–710	С печью	—	Не определяются					—	≤ 187
	Закалка	780–800	Вода							≥ 62	
	Термически обработанная металлопродукция			≤ 5	—	650	—	—	—	—	—
ГОСТ 2283–79	Отожженная лента повышенного качества (ОП)			Свыше 1,50	—	640	10	—	—	—	—
	Отожженная лента обыкновенного качества			До 1,50	—	640	15	—	—	—	—
				Свыше 1,50		740	10	—	—	—	—
	Лента нагартованная обыкновенного качества			До 1,50	—	740–1180	—	—	—	—	—
				Свыше 1,50		740–1180	—	—	—	—	—

У8, У8А	Механические свойства при комнатной температуре										
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_4, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 10234–77	Отожженная лента I[ok] категории качества			0,10–4,00	—	780	8	—	—	—	—
	Нагартованная лента I[ok] категории качества			0,10–4,00	—	740–1270	—	—	—	—	—
	Отожженная лента высшей категории качества			0,10–4,00	—	620	—	—	—	—	—
	Нагартованная лента высшей категории качества			0,10–4,00	—	780–930 930–1080 1080–1230	Г1[1] Г2[1] Г3[1]	—	—	—	—

[1] Класс прочности.

Назначение. Инструменты, работающие в условиях, не вызывающих разогрева режущей кромки. Инструмент для обработки дерева: фрезы, зенковки, цековки, топоры, стамески, долота; пилы продольные и дисковые, накатные ролики, плиты и стержни для форм литья под давлением оловянисто-свинцовых сплавов; слесарно-монтажный инструмент: обжимки для заклепок, кернеры, бородки, отвертки, комбинированные плоскогубцы, кусачки; боковые кусачки; калибры простой формы и пониженных классов точности, плоские и витые пружины и пружинящие детали сложной конфигурации, клапаны, щупы, берды, ламели двойных ножей, конструкционные мелкие детали, в т.ч. для часов.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+20	0	–20	–40	–60	–80	

Теплостойкость	Шлифуемость	Критический диаметр, мм, при закалке			
		В воде	В масле	В селитре	На воздухе
62 HRC, 150–160°C, 1 ч 58 HRC, 200–220°C, 1 ч	Хорошая	15–20	4–6	4–6	Не закаливается

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °C	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1150–800	До 100	В штабелях на воздухе	До 100	На воздухе
Заготовка	1180–800	101–700	Отжиг с перекристаллизацией, одно переохлаждение	101–300	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В горячекатаном состоянии при ≤ 187 НВ и $\sigma_в$ = 590 Н/мм² K_v = 1,12 (твердый сплав), K_v = 1,0 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
У10, У10А	**Прутки, полосы и мотки** — ГОСТ 1435–90. **Лента холоднокатаная** — ГОСТ 2283–79. **Прокат сортовой** — ГОСТ 5210–95.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 1435–90

C	Si	Mn	S	P	Cr[1]	Ni[1]	Mo	Cu[1]	Марка стали
0,95–1,04	0,17–0,33	0,17–0,33	≤ 0,028	≤ 0,030	0,12–0,40	0,12–0,25	—	0,20–0,25	У10
		0,17–0,28	≤ 0,018	≤ 0,025					У10А

[1] Массовая доля Cr, Ni, Cu в зависимости от группы металлопродукции.

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_c	Мн[2]	Мк
730	800	700	—	210	—

[2] Нагрев до 800°С.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_4, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 1435–90	Отжиг	750–770	С печью (скорость 50°С/ч)	—	Не определяются					—	≤ 207
	Закалка	770–800	Вода							≥ 62	
	Термически обработанная металлопродукция			≤ 5	—	750	—	—	—	—	
	Отжиг или отпуск			Прутки для сердечников	—	—	—	—	—	—	≤ 269
	Закалка				—	—	—	—	—	≥ 64	—
ГОСТ 2283–79	Отожженная лента повышенного качества (ОП)			От 0,10 до 4,00	—	680	10	—	—	—	—
	Отожженная лента обыкновенного качества			От 0,10 до 4,00	—	740	10	—	—	—	—
	Лента нагартованная			От 0,10 до 4,00	—	740–1180	—	—	—	—	—

Назначение. Инструменты, работающие в условиях, не вызывающих разогрева режущей кромки. Инструмент для обработки дерева: пилы ручные поперечные и столярные, пилы машинные столярные, сверла спиральные, штампы для холодной штамповки вытяжные, обрезные и вырубные небольших размеров и без резких переходов по сечению, калибры простой формы и пониженных классов точности, шаберы слесарные, напильники, накатные ролики, сердечники, игольная проволока, плоские и витые пружины и пружинистые детали сложной конфигурации, клапана, щупы, берды, ламели двойных ножей и др.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Теплостойкость	Шлифуемость	Критический диаметр, мм, при закалке			
		В воде	В масле	В селитре	На воздухе
62 HRC, 150–160°С, 1 ч 58 HRC, 200–250°С, 1 ч	Хорошая	15–20	4–6	4–6	Не закаливается

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Из слитков: Условия охлаждения	Из заготовок: Размер сечения, мм	Из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1150–800	До 100	В штабелях на воздухе	До 100	На воздухе
Заготовка	1180–800	101–150	В ящиках	101–300	В яме
		151–700	Отжиг неполный, одно переохлаждение		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при 197 НВ и $\sigma_в$ = 550 Н/мм² K_v = 1,1 (твердый сплав), K_v = 1,0 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
У12, У12А	Прутки, полосы и мотки — ГОСТ 1435–90. Прокат сортовой — ГОСТ 5210–95.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 1435–90

Марка стали	C	Si	Mn	S	P	Cr[1]	Ni[1]	Mo	Cu[1]
У12	1,15–1,24	0,17–0,33	0,17–0,33	≤ 0,028	≤ 0,030	0,12–0,40	0,12–0,25	—	0,20–0,25
У12А			0,17–0,28	≤ 0,018	≤ 0,025				

[1] Массовая доля Cr, Ni, Cu в зависимости от группы металлопродукции.

Температура критических точек, °С

Марка стали	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_c	Mn^2	Mn^2
У12, У12А	730	820	700	—	200	– 20

[2] Нагрев до 780°С.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	δ, % (не менее)	ψ, % (не менее)	KCU, Дж/см² (не менее)	HRC	HB
ГОСТ 1435–90	Отжиг	750–770	С печью (скорость 50°С/ч)	—	Не определяются						≤ 212
	Закалка	760–790	Вода	—						≥ 63	—
	Термически обработанная металлопродукция			≤ 5	—	750	—	—	—	—	—
	Отжиг или отпуск			Прутки для сердечников	—	—	—	—	—	—	≤ 269
	Закалка				—	—	—	—	—	≥ 64	—

Назначение. Метчики ручные, напильники, рашпили, оправки слесарные, штампы для холодной штамповки обрезные и вырубные небольших размеров и без резких переходов по сечению, холодно-высадочные пуансоны и штемпели небольших размеров, калибры простой формы и невысоких классов точности, пресс-формы для пластмасс, сердечники и др.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Теплостойкость	Шлифуемость	Критический диаметр, мм, при закалке: В воде	В масле	В селитре	На воздухе
62 HRC, 150–160°С, 1 ч 58 HRC, 200–250°С, 1 ч	Хорошая	10–12	4–6	4–6	Не закаливается

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток Заготовка	1150–800 1160–800	До 100 101–150 151–700	В штабелях на воздухе В ящиках Отжиг неполный, одно перехлаждение	До 100 101–150 151–700	В штабелях на воздухе В ящиках Отжиг неполный, одно перехлаждение

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при 207 НВ и $\sigma_в$ = 630 Н/мм² K_v = 1,0 (твердый сплав), K_v = 0,9 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
9ХС	Прутки и полосы — ГОСТ 5950–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5950–73

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Ti	Cu
0,85–0,95	1,20–1,60	0,30–0,60	≤ 0,030	≤ 0,030	0,95–1,25	≤ 0,35	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1	$Мн^1$	$Мк^1$
770	870	730	—	160	– 30

[1] Нагрев до 875°С.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 5950–73	Отжиг	790–810	В печи со скоростью 30°С/ч	—	Не определяются					—	≤ 241
	Закалка	840–860	Масло	—						≥ 62	—

Назначение. Сверла, развертки, метчики, плашки, гребенки, фрезы, штемпели, клейма для холодных работ и другой инструмент для ручной работы.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	
—	—	—

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
—	—	—	—	—	—	—

Теплостойкость	Шлифуемость	Критический диаметр, мм, при закалке			
		В воде	В масле	В селитре	На воздухе
62 HRC, 150–160°С, 1 ч	Удовлетворительная	—	15–50	12–35	Не закаливается
58 HRC, 240–250°С, 1 ч					

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1180–800	До 220	В колодце	До 220	В колодце
Заготовка	1180–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В горячекатаном состоянии при ≥ 221 НВ K_v = 0,9 (твердый сплав), K_v = 0,5 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
ХВГ	Прутки и полосы — ГОСТ 5950–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5950–73

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	W	Cu
0,90–1,05	0,10–0,40	0,80–1,10	≤ 0,030	≤ 0,030	0,90–1,20	≤ 0,35	—	1,20–1,60	≤ 0,30

Температуры критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mn^1	Mk^2
750	940	710	—	210	– 50

[1] Нагрев до 850°С.
[2] Нагрев до 820°С.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 5950–73	Отжиг	770–790	С печью со скоростью 30°С/г	—	Не определяются					—	≤ 255
	Закалка	830	Масло	—						≥ 60	—
	Отпуск	180	Воздух								

Назначение. Измерительный и режущий инструмент, резьбовые калибры, протяжки, длинные метчики, длинные развертки, плашки и другого вида специальный инструмент, холодновысадочные матрицы и пуансоны, технологическая оснастка.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Теплостойкость	Шлифуемость	Критический диаметр, мм, при закалке: В воде	В масле	В селитре	На воздухе
62 HRC, 150–170°С, 1 ч	Удовлетворительная (аналогично 9ХС)	—	15–70	15–40	—
58 HRC, 200–220°С, 1 ч					

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Условия охлаждения	из заготовок: Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1150–800	До 400	Отжиг высокотемпературный, одно переохлаждение	До 300	В яме
Заготовка	1180–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В горячекатаном состоянии при 235 НВ и $\sigma_в$ = 780 Н/мм² K_v = 0,75 (твердый сплав), K_v = 0,35 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна Склонность к отпускной хрупкости Многосклонна

СТАЛИ ШТАМПОВЫЕ

Марка стали	Вид поставки
Х12	Прутки и полосы — ГОСТ 5950–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5950–73										Температура критических точек, °С				
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Мн
2,00–2,20	0,10–0,40	0,15–0,45	≤ 0,030	≤ 0,030	11,50–13,00	≤ 0,35	—	—	≤ 0,30	810	835	755	770	180

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 5950–73	Отжиг	830–850	С печью 40°С/ч до 720–740°С, 3–4 ч, далее 50°С/ч до 550°С, затем воздух	—	Не определяется					—	≤ 255
	Закалка Отпуск	970 180	Масло	—	Не определяется					≥ 61	—
	Закалка	950–1000	Масло	—	Не определяется					≥ 60	—
ДЦ	Закалка а) подогрев б) окончательный нагрев	650–700 950–980	Масло	—	Не определяется					63–65	—
	Отпуск	180–200 (1,5 ч) 320–350 (1,5 ч)	Воздух Воздух	—	Не определяется					60–62 57–58	—

Назначение. Штампы высокой устойчивости против истирания (преимущественно с рабочей частью округлой формы), не подвергающиеся сильным ударам и толчкам, калочильные доски и волоки, глазки для калибрования пруткового металла под накатку резьбы, гибочные и формовочные штампы, сложные секции кузовных штампов, матрицы и пуансоны вырубных и просечных штампов, штамповки активной части электрических машин и электромагнитных систем электрических аппаратов и др.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1100–850		Замедленное в колодцах.		
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В горячекатаном состоянии при 217–228 НВ и $\sigma_в$ = 730 Н/мм² K_v = 0,8 (твердый сплав), K_v = 0,35 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** —

Марка стали	Вид поставки
Х12Ф1	Прутки и полосы — ГОСТ 5950–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5950–73

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu
1,25–1,45	0,15–0,35	0,15–0,40	≤ 0,030	≤ 0,030	11,0–12,5	≤ 0,35	—	0,70–0,90	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mн
810	860	760	—	225

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	δ, % (не менее)	ψ, % (не менее)	KCU, Дж/см² (не менее)	HRC	HB
ГОСТ 5950–73	Отжиг	850–870	С печью (скорость 30°С/ч)[1]	—	Не определяются					—	≤ 255
	Закалка	1050–1100	Масло	—						≥ 60	—
ДЦ	Закалка	1060–1080	Масло	—	Не определяются					62–64	—
	Отпуск	150–170	Воздух								
	Закалка	1060–1080	Масло	—	Не определяются					57–59	—
	Отпуск	490–510	Воздух								

[1] Данные ЦНИИТМАШ.

Назначение. Профилированные ролики сложных форм, секции кузовных штампов сложных форм, сложные дыропрошивочные матрицы при формовке листового металла, эталонные шестерни, накатные плашки, волоки, матрицы и пуансоны вырубных просечных штампов, в том числе совмещенных и последовательных, со сложной конфигурацией рабочих частей, штамповка активной части электрических машин и др. инструмент высокой механической прочности и вязкости.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Теплостойкость	Шлифуемость	Критический диаметр, мм, при закалке: В воде	В масле	В селитре	На воздухе
62 HRC, 150–170°С, 1 ч 58 HRC, 490–510°С, 1 ч	Удовлетворительная	—	80–100	80–100	50–60

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1160–850	До 200	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение	До 200	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение
Заготовка	1160–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В горячекатаном состоянии при 217–228 HB K_v = 0,8 (твердый сплав), K_v = 0,3 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
Х12МФ	Прутки и полосы — ГОСТ 5950–73

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5950–73

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu
1,45–1,65	0,10–0,40	0,15–0,45	≤ 0,030	≤ 0,030	11,0–12,5	≤ 0,35	0,40–0,60	0,15–0,30	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_3	Ac_5	Ar_1	Ar_3	Mn^1	Mx^1
810	860	760	—	230	0

[1] Нагрев до 980°С.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 5950–73	Отжиг	850–870	С печью (скорость 30°С/ч)	—	Не определяются					—	≤ 255
	Закалка Отпуск	970 180	Масло Воздух	—						≥ 60	—
ДЦ	Закалка Отпуск	1020–1040 150–170	Масло Воздух	—	Не определяются					62–64	—
	Закалка Отпуск	1020–1040 490–510	Масло Воздух	—	Не определяются					57–59	—

Назначение. Профилированные ролики сложных форм, секции кузовных штампов сложных форм, сложные дыропрошивочные матрицы при формовке листового металла, эталонные шестерни, накатные плашки, волоки, матрицы и пуансоны вырубных просечных штампов, в том числе совмещенных и последовательных, со сложной конфигурацией рабочих частей, штамповка активной части электрических машин и др. инструмент высокой механической прочности и вязкости.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Теплостойкость	Шлифуемость	Критический диаметр, мм, при закалке: В воде	В масле	В селитре	На воздухе
62 HRC, 150–170°С, 1 ч 58 HRC, 490–510°С, 1 ч	Удовлетворительная	—	80–100	80–100	50–60

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1170–850	—	Охлаждение в холодных или в яме		
Заготовка	1170–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В горячекатаном состоянии при 217–228 НВ и $\sigma_в$ = 730 Н/мм² K_v = 0,8 (твердый сплав), K_v = 0,3 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		—

Марка стали	Вид поставки
Х12ВМФ	Прутки и полосы — ГОСТ 5950–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5950–73

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	W	V	Cu
2,00–2,20	0,10–0,40	0,15–0,45	≤ 0,030	≤ 0,030	11,00–12,50	≤ 0,35	0,60–0,90	0,50–0,80	0,15–0,30	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_1	Mн
815	—	—	—	225

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 5950–73	Отжиг	860–880	С печью 40°С/ч до 700°С, 2–3ч, далее 50°С/ч до 550°С, затем воздух	—	Не определяется					—	≤ 255
	Закалка Отпуск	1020±10 180	Масло Воздух	—	Не определяется					≥ 60	—
ДЦ	Закалка а) подогрев б) окончательный нагрев	 650–670 1000–1030	 Масло	— —	Не определяется					 63–65	—
	Отпуск	180–200 (1,5 ч) 350–400 (1,5 ч)	Воздух Воздух	—	Не определяется					60–62 57–59	—

Назначение. Штампы высокой устойчивости против истирания (преимущественно с рабочей частью округлой формы), не подвергающиеся сильным ударам и толчкам, волочильные доски и волоки, глазки для калибрования пруткового металла под накатку резьбы, гибочные и формовочные штампы, сложные секции кузовных штампов, матрицы и пуансоны вырубных и просечных штампов, штамповки активной части электрических машин и электромагнитных систем электрических аппаратов и др.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Теплостойкость	Шлифуемость	Критический диаметр, мм, при закалке			
		В воде	В масле	В селитре	На воздухе

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовляемых			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1100–850		Замедленное в колодцах.		
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В горячекатаном состоянии при 217–228 НВ и $\sigma_в$ = 730 Н/мм² K_v = 0,72 (твердый сплав), K_v = 0,35 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		—

Марка стали	Вид поставки
7Х3	Прутки и полосы — ГОСТ 5950–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5950–73										Температура критических точек, °С				
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Ti	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mn
0,65–0,75	0,15–0,35	0,15–0,40	≤ 0,030	≤ 0,030	3,20–3,80	≤ 0,35	—	—	≤ 0,30	770	—	730	—	400

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5950–73	Отжиг	790–810	С печью	—	Не определяются					—	≤ 229
	Закалка	850–880	Масло	—						≥ 54	—

Назначение. Инструмент (пуансоны, матрицы) горячей высадки крепежа и заготовок из углеродистых и низколегированных конструкционных сталей на горизонтально-ковочных машинах, детали штампов (матрицы, пуансоны, выталкиватели) для горячего прессования и выдавливания этих материалов на кривошипных прессах, гибочные, обрезные и просечные штампы.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–800	До 220	В колодце	До 300	В яме
Заготовка	1180–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при ≤ 229 НВ K_v = 0,75 (твердый сплав), K_v = 0,6 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
5ХГМ	Поковки — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %										Температура критических точек, °С				
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Ti	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mн
0,50–0,60	0,25–0,65	1,20–1,60	≤ 0,030	≤ 0,030	0,60–0,90	≤ 0,35	0,15–0,30	—	≤ 0,30	700	800	—	700	215

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ДД	Отжиг	820–850	С печью	—	Не определяются					—	≤ 241
	Закалка	820–850	Масло	—						≥ 50	—
	Закалка	840–860	Масло	—	Не определяются					—	—
	Отпуск	450–510	Воздух								420–477
	Отпуск	500–550	Воздух								341–387
	Отпуск	560–600	Воздух								286–321
	Закалка	820–850	Масло								
	Отпуск	410–440	Воздух	До 100	—	1570	5	15	20	43–47	—
	Отпуск	490–520	Воздух	100–300	—	1420	10	—	—	—	387–444
	Отпуск	530–560	Воздух	300–400	—	1250	10	32	44	—	363–387
					Для молотовых штампов						
	Закалка[1]	820–850	Масло	До 300	Не определяются					40–45	—
	Отпуск	480–520	Воздух								
	Закалка	820–850	Масло	> 300	Не определяются					38–41	—
	Отпуск	520–560									
					Для прессовых штампов						
	Закалка	840–870	Масло	До 300	Не определяются					45–47	—
	Отпуск	420–450	Воздух								
	Закалка	840–870	Масло	> 300	Не определяются					42–44	—
	Отпуск	450–480	Воздух								
					Хвостовики штампов						
	Отпуск	580–610		До 300	Не определяются					34–37	—
	Отпуск	600–630		> 300						28–33	

[1] Для крупных штампов при большом количестве остаточного аустенита целесообразно проведение 2го отпуска при температуре на 30–40°С ниже и по продолжительности на 25–30% короче первого.

5ХГМ	

Назначение. Ковочные штампы для горячей штамповки. Валки крупных, средних и мелкосортных станов для прокатки твердого металла (применяют взамен сталей 5ХНМ, 5ХНВ).

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток Заготовка	1200–850 1180–850	1. Особо ответственные штамповые кубики и детали прессов 500–800 2. Штамповые кубики до 800 3. Протяжки до 400	1. Отжиг с перекристаллизацией, два переохлаждения, отпуск 2. Отжиг с перекристаллизацией, одно переохлаждение, отпуск 3. Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение	До 100 101–350	На воздухе В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В горячекатаном состоянии при ≥ 207 НВ и $\sigma_в$ = 902 Н/мм² K_v = 0,6 (твердый сплав), K_v = 0,3 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
5ХНМ	Прутки и полосы — ГОСТ 5950–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5950–73										Температура критических точек, °С				
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Ti	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1	Мн
0,50–0,60	0,10–0,40	0,50–0,80	≤ 0,030	≤ 0,030	0,50–0,80	1,40–1,80	0,15–0,30	—	≤ 0,30	730	780	610	640	230

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	δ, % (не менее)	ψ, % (не менее)	KCU, Дж/см² (не менее)	HRC	HB
ГОСТ 5950–73	Отжиг	810–830	С печью	—	Не определяются					—	≤ 241
	Закалка	830–860	Масло	—	Не определяются					≥ 56	—
	Закалка Отпуск	850 550	Масло Воздух	—						≥ 35	—
ДЦ	Закалка	840–860	Масло или вода – масло	—	Не определяются						
	Отпуск	450–510	Воздух							—	420–477
	Отпуск	500–550	Воздух							—	341–387
	Отпуск	560–600	Воздух							—	286–321

Назначение. Молотовые штампы паровоздушных и пневматических молотов с массой падающих частей свыше 29420 Н, прессовые штампы и штампы машинной скоростной штамповки при горячем деформировании легких цветных сплавов; блоки матриц для вставок горизонтально-ковочных машин.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Теплостойкость	Шлифуемость	Критический диаметр, мм, при закалке			
		В воде	В масле	В селитре	На воздухе
590°С	—	—	—	—	—

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1240–800	Особо ответственные штамповые кубики и детали прессов 500–800 Штамповые кубики до 500 Протяжки до 400	Отжиг с перекристаллизацией, два переохлаждения, отпуск Отжиг с перекристаллизацией, одно переохлаждение, отпуск Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение	До 100	На воздухе
Заготовка	1240–800			101–350	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при 286 НВ и $\sigma_в$ = 900 Н/мм² K_v = 0,6 (твердый сплав), K_v = 0,3 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
5ХНМ2	Поковки — ТУ 108.11.917–87.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 108.11.917–87										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,50–0,60	0,15–0,35	0,50–0,80	≤ 0,030	≤ 0,030	0,70–1,10	1,40–1,80	0,35–0,45	—	≤ 0,30	—	—	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	t испытания, °С	НВ
					не менее						
ТУ 108.11.917–87	Состояние поставки			—	Не определяются						≤ 255
ДЦ	Закалка	840–860	Масло	—	Не определяются						
	Отпуск	450–510	Воздух								420–477
	Отпуск	500–550	Воздух								341–387
	Отпуск (Режим I)	560–600	Воздух								286–321
	Закалка	850–870	Масло	До 700[1]	—	—	—	—	—	20	341–421
	Отпуск	470–500	С печью		882	960	8	—	—	400	—
	(Режим II)				833	931	9	—	—	450	—

[1] Образцы тангенциальные.

Назначение. Особо ответственные ковочные штампы для горячей штамповки (режим I). Детали прессового инструмента (контейнеров) с повышенными требованиями по прочности, работающие при температуре до 450°С (режим II).

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–800		В колодце		
Заготовка	—				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В состоянии поставки при 255 НВ $K_т = 0,63$ (твердый сплав)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
4ХМФС (40ХСМФ)	Прутки и полосы — ГОСТ 5950–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5950–73

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu
0,37–0,45	0,50–0,80	0,50–0,80	≤ 0,030	≤ 0,030	1,50–1,80	≤ 0,35	0,90–1,20	0,30–0,50	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_3	Ac_1	Ar_1	Ar_3	Мн	Мк
760	805	630	710	280	100

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 5950–73	Отжиг	810–830	С печью 40–50°С/ч до 600°С, далее воздух	—	Не определяются					—	≤ 241
	Закалка	920–930	Масло	Образцы	—	—	—	—	—	≥ 55	—
ДЦ	Закалка а) подогрев б) окончательный нагрев	700–750 910–930	Масло	—	Не определяются					53–55	—
	1-й отпуск 2-й отпуск	580–620 550–580		—	—	—	—	—	—	43–46	—
	1-й отпуск 2-й отпуск	630–660 550–580 или 580–600		—	Не определяются					38–42	—
					Молотовые штампы						
	Закалка Отпуск	910–930 580–600	Масло	До 300						40–45	—
	Закалка Отпуск	910–930 600–620	Масло	Свыше 300						38–41	—
					Прессовые штампы						
	Закалка Отпуск	920–950 530–550	Масло	До 300						45–47	—
	Закалка Отпуск	920–950 580–600	Масло	Свыше 300						42–44	—

Назначение. Молотовые штампы паровоздушных и пневматических молотов с массой падающих частей до 29420 Н при деформации легированных конструкционных и нержавеющих сталей (вместо менее теплостойких сталей марок 5ХНМ, 5ХНВ), прессовый инструмент для обработки алюминиевых сплавов.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С

+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	Термообработка

Теплостойкость	Шлифуемость
41 HRC, 650°С, 4 ч	

Критический диаметр, мм, при закалке

В воде	В масле	В селитре	На воздухе

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1150–850		Замедленное в колодцах		В колодцах
Заготовка	1150–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В закаленном и отпущенном состоянии при $\sigma_в$ = 1450 Н/мм² K_v = 0,35 (твердый сплав), K_v = 0,13 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
7Х12ВМФ	Прутки и полосы — ГОСТ 5950–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5950–73

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W
0,68–0,76	0,20–0,40	1,80–2,30	≤ 0,030	≤ 0,030	1,50–1,80	≤ 0,35	0,50–0,80	0,15–0,30	0,55–0,90

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar	Ar_1	Мн
765	825	310	430	160

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
					не менее							
ГОСТ 5950–73	Отжиг	770–790	С печью 40°С/ч до 550°С, далее воздух	—	Не определяются						—	≤ 255
	Закалка	840–880	Воздух	—	Не определяются						≥ 58	—
ДЦ	Закалка а) подогрев б) окончательный нагрев	650–700 850–860	Масло или воздух	—	Не определяются						61–62	—
	Отпуск (1,5 ч)	140–160 200	Воздух Воздух	—	Не определяются						59–60 57–58	—
	Закалка Отпуск			Прокат 50	— —	— —	2000–2500 2500–2600	— —	— —	— —	60 57–58	—

Назначение. Штампы объемного холодного деформирования и вырубной инструмент сложной конфигурации, используемых при производстве изделий из цветных сплавов и малопрочных конструкционных сталей.

Предел выносливости, Н/мм²			Состояние стали	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², после отпуска, при t, °С					Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 150	+ 250	+ 300	+ 350	+ 400	
700	—	10^6	470 НВ	59	78	59	59	157	Закалка на мелкое зерно. (Поковка сечением 25 мм).
750	—	10^7	530 НВ						

Теплостойкость						Термообработка
	Сечение, мм	15	25	50	100	Закалка на мелкое зерно. Отпуск 150–160°С (место вырезки образцов – 1/2 R).
250°С	KCU, Дж/см²	50	45	40	36	
	HRC	60	60	59	59	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1160–800		Замедленное в колодцах		
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В закаленном и отпущенном состоянии при $\sigma_в$ = 1400 Н/мм² K_v = 0,37 (твердый сплав), K_v = 0,15 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
4Х5В2ФС (ЭИ 958)	Прутки и полосы — ГОСТ 5950–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5950–73

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	V	W	Cu
0,35–0,45	0,80–1,20	0,15–0,40	≤ 0,030	≤ 0,030	4,50–5,50	≤ 0,35	0,60–0,90	1,60–2,20	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Мн	Мк
800–830	875	730	840	275	90

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 5950–73	Отжиг	840–880	С печью до 600°С	—	Не определяются					—	≤ 241
	Закалка	1030–1050	Масло или воздух	—						≥ 50	—
ДЦ	Закалка										
	а) подогрев	700–750									
	б) окончательный нагрев	1030–1050	Масло[1]	—	Не определяются						
	Отпуск 1-й	560–580	Воздух							53–56	
	Отпуск 2-й	530–540								47–49	

[1] Подстуживание на воздухе до 950°С.

Назначение. Пресс-формы для литья под давлением цинковых, алюминиевых и магниевых сплавов, молотовые и прессовые вставки (толщиной или диаметром до 200–250 мм), при горячем деформировании конструкционных сталей, инструмент для высадки заготовок из легированных конструкционных и жаропрочных материалов на горизонтально-ковочных машинах.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка
σ_{-1}	t_{-1}	

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Теплостойкость	Шлифуемость
43 HRC, 630°С, 2 ч	

Критический диаметр, мм, при закалке			
В воде	В масле	В селитре	На воздухе

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–850		Замедленное в колодце		
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при ≤ 241 НВ K_v = 1,2 (твердый сплав), K_v = 0,75 (быстрорежущая сталь	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
4Х4ВМФС (ЭИ 22)	Прутки и полосы — ГОСТ 5950–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5950–73										Температура критических точек, °С					
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mн	Mк
0,37–0,44	0,60–1,00	0,20–0,50	≤ 0,030	≤ 0,030	3,20–4,00	≤ 0,60	1,20–1,50	0,60–0,90	0,80–1,20	830	910	670	750	255	105

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	t испытания, °С	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5950–73	Отжиг[1]	860–890	С печью 40–50°С/ч до 600°С, затем на воздухе		Не определяются						≤ 241
	Закалка Отпуск	1060 550	Масло Воздух								HRC ≥ 49
	Закалка	1050–1070	Масло								HRC ≥ 55
ДЦ	Закалка а) подогрев б) окончательный нагрев Отпуск	700–750 1050–1070 620–630	Масло Воздух		Не определяются						HRC 55–61 HRC 47–50
	Закалка[2] Отпуск 1-й Отпуск 2-й (Режим I)	1050–1070 600–620 560–580	Масло Воздух Воздух	Образцы	1519–1617 882–980	1666–1764 1029–1127	8–10 10–15	35–42 50–65	39–49 54–64	20 600	HRC 55–61 HRC 50–53
	Закалка[2] Отпуск 1-й Отпуск 2-й (Режим II)	1050–1070 620–630 580–600	Масло Воздух Воздух		Не определяются						HRC 55–61 HRC 47–50

[1] Нагрев со скоростью 100°С/ч до 860–890°С; выдержка не менее 2,0–2,5 ч; охлаждение со скоростью 30–50°С/ч до 660°С, выдержка 2–4 ч; охлаждение со скоростью 50–70°С/ч до 500°С, затем на воздухе.

[2] Нагрев под закалку осуществляется с предварительным подогревом (или выдержкой) при 700–750°С до выравнивания температуры по сечению. Время выдержки выбирается из расчета 50–70 с/мм при нагреве в печи с применением защитной упаковки и 30–50 с/мм при нагреве в соляной ванне.

Во избежание коробления инструмента закалку рекомендуется производить с подстуживанием до 900°С на воздухе, затем в масле до 150–200°С. Отпуск следует производить непосредственно после закалки, продолжительность отпуска назначается из расчета 1,5–2,0 ч плюс 1–1,5 мин на 1 мм сечения.

Механические свойства ориентировочные.

После шлифовки термообработанного инструмента необходимо производить отпуск при 150–200°С продолжительностью 1,5–2,5 ч для снятия напряжений.

4Х4ВМФС (ДИ 22)	

Назначение. Инструмент высокоскоростной машинной штамповки, высадки на горизонтально-ковочных машинах, вставки штампов для горячего деформирования легированных конструкционных сталей и жаропрочных сплавов на молотах и кривошипных прессах (вместо менее теплостойких сталей марок 4Х5В2ФС, 4Х5Ф1С, 4Х3ВМФ), пресс-формы литья под давлением медных сплавов.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Теплостойкость	Шлифуемость	Критический диаметр, мм, при закалке			
		В воде	В масле	В селитре	На воздухе
45 HRC, 660°С, 2 ч					

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–850		Замедленное в колодцах		
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при ≤ 241 НВ K_v = 1,2 (твердый сплав), K_v = 0,75 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
5Х3В3МФС (ДИ 23)	Прутки и полосы — ГОСТ 5950–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5950–73

C	Si	Mn	S	P	Cr	Cu	Ni	Mo	V	W	Nb
0,45–0,52	0,50–0,80	0,20–0,50	≤ 0,030	≤ 0,030	2,50–3,20	≤ 0,30	≤ 0,35	0,80–1,10	1,50–1,80	3,00–3,60	0,05–0,15

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1	Mн	Mк
780	920	665	725	330	70

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	t испытания, °С	НВ
					не менее						
ГОСТ 5950–73	Отжиг	840–880	С печью 40–50°С/ч до 600°С, затем на воздухе		Не определяются						≤ 241
	Закалка	1130	Масло		—						HRC ≥ 49
	Отпуск	550									
	Закалка	1120–1140	Масло		—						HRC ≥ 53
ДИ	Отжиг[1]	860–890	С печью, затем на воздухе	—	Не определяются						187–229
	Закалка[2]	1120–1150	Масло	Образцы	1372–1470	1519–1568	8–10	28–32	25–29	20	HRC 52–56
	Отпуск 1-й	640–660	Воздух		686–784	784–882	10–14	40–45	34–39	650	HRC 46–49
	Отпуск 2-й (Режим I)	600–620	Воздух								
	Закалка[2]	1120–1150	Масло	—	Не определяются					—	HRC 52–56
	Отпуск 1-й	660–680	Воздух								HRC 41–45
	Отпуск 2-й (Режим II)	600–620	Воздух								

[1] Нагрев со скоростью 100°С/ч до 860–890°С, выдержка не менее 2,0–2,5 ч; охлаждение со скоростью 30–50°С/ч до 560°С, выдержка 2,0–4,0 ч; охлаждение со скоростью 50–70°С/ч до500°С, затем на воздухе.

[2] Нагрев под закалку осуществляется с предварительным подогревом (или выдержкой) при 700–750°С до выравнивания температуры по сечению. Время выдержки выбирается из расчета 50–70 с/мм при нагреве в печи (с применением защитной упаковки) и 30–50 с/мм при нагреве в соляной ванне.

Во избежание коробления инструмента закалку рекомендуется производить с подстуживанием до 900°С на воздухе, затем в масле до 150–200°С. В случае отсутствия соответствующего термического оборудования допускается закалка с 1100°С. При этом во избежание снижения теплоустойчивости время выдержки при нагреве необходимо увеличивать в 2,0–2,5 раза по сравнению с закалкой от 1120–1150°С.

Отпуск следует производить непосредственно после закалки, продолжительность отпуска назначается из расчета 1,5–2,0 ч плюс 1–1,5 мин на 1 мм сечения.

Механические свойства ориентировочные.

После шлифования термообработанного инструмента необходимо производить отпуск при 150–200°С продолжительно1,5–2,5 ч для снятия напряжений.

5Х3В3МФС (ДИ 23)

Назначение. Тяжелонагруженный прессовый инструмент (типа прошивных и формующих пуансонов), инструмент для высадки (на горизонтально-ковочных машинах), вставки штампов напряженных конструкций (режим I). Прессовый инструмент сложной конфигурации типа зубчатых вставок для штамповки и др. (режим II) (для горячего объемного деформирования конструкционных сталей и жаропрочных металлов и сплавов).

Сталь хорошо азотируется.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	**Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С**						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Теплостойкость	**Шлифуемость**	Критический диаметр, мм, при закалке			
		В воде	В масле	В селитре	На воздухе
40 HRC, 685°С, 2 ч					

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–850		Замедленное в колодцах		
Заготовка					

Свариваемость	**Обрабатываемость резанием**	**Флокеночувствительность**
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при ≤ 241 НВ K_v = 1,2 (твердый сплав), K_v = 0,7 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
4Х5МФС	Прутки и полосы — ГОСТ 5950–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5950–73

C	Si	Mn	S	P	Cr	Mo	V
0,32–0,40	0,90–1,20	0,20–0,50	≤ 0,030	≤ 0,030	4,50–5,50	1,20–1,50	0,30–0,50

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Мн	Мк
840	870	735	810	300	110

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	δ, % (не менее)	ψ, % (не менее)	KCU, Дж/см² (не менее)	HRC	HB
ГОСТ 5950–73	Отжиг	840–860	С печью 40-50°С/ч до 600°С, далее на воздухе								≤ 241
	Закалка	1020	Масло								
	Отпуск	550	Воздух							≥ 47	
	Закалка	1000–1020	Масло							≥ 50	

Назначение. Для мелких молотовых штампов, крупных (толщиной или диаметром более 200 мм) молотовых и прессовых вставок при горячем деформировании конструкционных сталей и цветных сплавов в условиях крупносерийного массового производства.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С

+ 20	0	– 20	– 40	– 70	– 80	Термообработка
29	—	—	20	10	—	Закалка 1020°С, отпуск 600°С

Теплостойкость	Шлифуемость	Критический диаметр, мм, при закалке: В воде	В масле	В селитре	На воздухе
46 HRC,590°С, 2 ч					

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Условия охлаждения	из заготовок: Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–850		Замедленное в колодце		
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при ≤ 241 НВ K_v = 0,7 (твердый сплав), K_v = 0,55 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
3Х2МНФ	Прутки и полосы — ГОСТ 5950–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5950–73

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu
0,27–0,33	0,15–0,40	0,30–0,60	≤ 0,030	≤ 0,030	2,00–2,50	1,20–1,60	0,40–0,60	0,25–0,40	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_3	Ac_1	Ar_1	Ar_3
780	830	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 5950–73	Отжиг	700–720	С печью 50°С/ч, до 500°С, далее воздух	—	—	—	—	—	—	—	≤ 255
ДЦ	Закалка	900 950 1000 1050	Масло							44 50 50 49	
					Для молотов						
	Закалка[1] Отпуск	910–930 540–560	Масло или воздух	< 300						40–45	
	Закалка[1] Отпуск	910–930 560–580	Масло или воздух	> 300						38–41	
					Для прессов						
	Закалка[1] Отпуск	920–950 530–550	Масло или воздух	< 300						45–47	
	Закалка[1] Отпуск	920–950 540–560	Масло или воздух	> 300						42–44	
					Для хвостовиков штампов						
	Отпуск Отпуск	620–640 640–660		< 300 > 300						34–37 28–33	

Релаксация напряжений при 450°С за 1000 ч составляет 20% от начального напряжения σ_0 = 750 Н/мм².
Релаксация напряжений при 500°С за 1000 ч составляет 45,3% от начального напряжения σ_0 = 750 Н/мм².
Релаксация напряжений при 500°С за 1000 ч составляет 45% от начального напряжения σ_0 = 600 Н/мм².

[1] Нагрев до температуры закалки со скоростью 35–25°С/ч для штампов высотой 250–400 мм и 24–15°С/ч – высотой 450–700 мм. Штампы со стороной до 250–300 мм, имеющие простую форму, охлаждают в масле; сложной формы – на воздухе.

Назначение. Прессовый инструмент: втулки контейнеров, пресс-шпемпели, матрицы, иглы, контейнеры и другие детали прессов усилием до 196133000 Н и другие детали, работающие при температурах до 500°С.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработки	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		– 40	– 20	0	+ 20	+ 450	+ 500	

Теплостойкость	Шлифуемость	Критический диаметр, мм, при закалке			
		В воде	В масле	В селитре	На воздухе

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–850				
Заготовка	1200–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при ≤ 255 НВ K_v = 1,0 (твердый сплав), K_v = 0,7 (быстрорежущая сталь).	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
5Х2МНФ	Прутки и полосы — ГОСТ 5950–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5950–73

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V
0,46–0,53	0,10–0,40	0,40–0,70	≤ 0,030	≤ 0,030	1,50–2,00	1,20–1,60	0,80–1,10	0,30–0,50

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mн	Mк
740	815	650	730	210	40

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 5950–73	Высокий отпуск	720–740	С печью 50°С/ч, до 500°С, далее воздух								≤ 255
	Закалка Отпуск	970 550	Масло Воздух							≥ 44	
	Закалка	960–980	Масло							≥ 56	
ДЦ	Закалка а) подогрев б) окончательный нагрев	 700–750 960–980	 Масло							58–59	
	Отпуск[1] Отпуск[1]	590–610 650–670	Воздух							45–48 40–42	
	Закалка	950 1000 1050 1100	Масло							59 60 61 58	
					Для молотов						
	Закалка[2] Отпуск	960–980 600–620	Масло Воздух	< 300						40–45	
	Закалка[2] Отпуск	960–980 620–640	Масло Воздух	> 300						38–41	
					Для прессов						
	Закалка[2] Отпуск	970–1000 580–600	Масло Воздух	< 300						45–47	
	Закалка[2] Отпуск	970–1000 600–620	Масло Воздух	> 300						42–44	
					Для хвостовиков штампов						
	Отпуск Отпуск	640–660 660–680	Воздух	< 300 > 300						34–37 28–33	

[1] Температура второго отпуска 550–580°С.

[2] Нагрев до температуры закалки со скоростью 35–25°С/ч для штампов высотой 250–400 мм и 24–15°С/ч – высотой 450–700 мм. Штампы со стороной до 250–300 мм, имеющие простую форму, охлаждают в масле; сложной формы – на воздухе.

Назначение. Крупногабаритные цельные штампы (со стороной квадрата или диаметром до 600 мм) для штамповки поковок из конструкционных сталей и жаропрочных сплавов на молотах и кривошипных прессах (вместо менее теплостойких сталей 5ХНМ, 4ХМФС), инструменты зажимные и формующие вставки, наборные и формовочные пуансоны для высадки конструкционных сталей и жаропрочных сплавов на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ), ножи горячей резки и др.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Теплостойкость	Шлифуемость
670°С	

Критический диаметр, мм, при закалке			
В воде	В масле	В селитре	На воздухе

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–850		Замедленное в колодцах		
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при ≤ 255 НВ K_v = 0,64 (твердый сплав)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
27Х2Н2М1Ф	**Поковки** — ТУ 24–1–12–180–75.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 24–1–12–180–75									Температура критических точек, °С			
C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,25–0,30	0,50–0,80	0,17–0,37	≤ 0,030	≤ 0,030	2,00–2,50	1,40–1,80	0,80–1,00	0,20–0,30	710	820	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ_5, %	KCU, Дж/см²	t испытания, °С	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 24–1–12–180–75	Нормализация	950–960	Воздух	До 700[1]	1200	1300	9	—	—	20	363–444
	Отпуск I	560–570	Печь		900	1000	10	—	39	450	—
	Отпуск II	550–560	Печь		850	950	10	—	49	500	—

[1] Образцы тангенциальные.

Предел длительной прочности: $\sigma^{450}_{600} = 900$ Н/мм², $\sigma^{500}_{600} = 800$ Н/мм².

Назначение. Ответственные детали прессового инструмента с повышенной прочностью и пластичностью; втулки контейнеров, кольца, пресс–штемпели, иглы и другие детали, работающие при температурах до 500°С.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–900		В колодце		
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В состоянии нормализации при 344 НВ и $\sigma_в = 1300$ Н/мм² $K_v = 0,5$ (твердый сплав), $K_v = 0,15$ (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
27Х2Н2МВФ	Поковки — ТУ 108.11.835–85.

Массовая доля элементов[1], %, по ТУ 108.11.835–85

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W
0,25–0,30	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,015	≤ 0,015	2,00–2,50	1,40–1,80	0,40–0,60	0,20–0,30	0,40–0,70

[1] Суммарное содержание S и P не должно быть более 0,025%.

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1
780	835	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	t испытания, °С	НВ
					не менее						
ТУ 108.11.835–85	Состояние поставки	—	—	—	Поковки типа колец						
					1226	1324	10	35	34	20	HRC 41
	Состояние поставки	—	—	—	Остальные типы поковок						
					1252	1257	7	26	24	20	HRC 41
ДЦ	Нормализация	950–960	Воздух	До 700[2]	1176	1225	7	—	—	20[3]	420
	Отпуск	560–570	С печью		931	980	8	—	—	450	—
	Отпуск	540–570	С печью		833	882	8	—	—	500	—

[2] Механические свойства факультативны.
[3] Образцы тангенциальные.

Назначение. Комплект деталей прессового инструмента к прессу установки 450МН, а также особо ответственные детали прессового инструмента с высокими свойствами прочности и повышенной пластичностью после термообработки: втулки контейнеров, кольца, прессшпигели, иглы и другие детали, работающие при температуре до 500°С.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	
—	—	—

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С

+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80
—	—	—	—	—	—

Термообработка: —

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1200–850			До 100	На воздухе
Заготовка	1200–850			101–350	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В состоянии нормализации и отпуска при 410 НВ и $\sigma_в$ = 1250 Н/мм²: K_v = 0,5 (твердый сплав), K_v = 0,15 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
3Х2Н2МВФ	**Поковки** — ОСТ 24.959.01.

Массовая доля элементов, %, по ОСТ 24.959.01										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,32–0,38	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,030	≤ 0,030	2,00–2,50	1,40–1,80	0,80–1,00	0,20–0,30	0,80–1,20	780	830	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	t испытания, °С	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ДЦ	Нормализация	950–960	Воздух	До 700[1]	1300	1400	7	—	—	20	388–444
	Отпуск	570–580	С печью		1000	1100	8	—	—	450	—
	Отпуск	550–570	С печью		950	1050	8	—	—	500	—

[1] Образцы тангенциальные.

Назначение. Особо ответственные детали прессового инструмента с высокими механическими свойствами после термообработки: втулки контейнеров, пресс-штемпели, иглы и другие детали, работающие при температуре до 500°С.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+20	0	−20	−30	−40	−50	

Технологические характеристики

Ковка		Прокаливаемость		
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Термообработка	HRC	Расстояние от торца, мм
Слиток	1200–900	Закалка, вода	51,5	60
Заготовка	—		43,5	200

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 40 HRC K_v = 0,37 (твердый сплав), K_v = 0,15 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
3Х3М3Ф	Прутки и полосы — ГОСТ 5950–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5950–73										Температура критических точек, °С					
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mн	Mк
0,27–0,34	0,10–0,40	0,20–0,50	≤ 0,030	≤ 0,030	2,80–3,50	≤ 0,35	2,50–3,00	0,40–0,60	≤ 0,30	815	875	760	820	340	155

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5950–73	Отжиг	860–880	С печью 40–50°С/ч до 600°С, далее на воздухе	—	Не определяются					—	≤ 229
	Закалка Отпуск	1040 550	Масло Воздух	—	Не определяются					≥ 45	—
	Закалка	1030–1050	Масло	—	Не определяются					≥ 47	—
ДЦ	Закалка	1030–1050	Масло	10 × 10	Не определяются					47–50	—
	Отпуск I[1] Отпуск II[1]	580–600 540–560	Воздух		1500	1700	—	—	25	47–48	—
	Отпуск I[1] Отпуск II[1]	610–620 570–580	Воздух		1300	1500	—	—	40	44–46	—

[1] Продолжительность I отпуска – 2 ч, второго – на 25–30% меньше первого.

Назначение. Инструмент горячего деформирования на кривошипных прессах и горизонтально-ковочных машинах, подвергающихся в процессе работы интенсивному охлаждению (как правило для мелкого инструмента), пресс-формы литья под давлением мелких сплавов.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Теплостойкость	Шлифуемость	Критический диаметр, мм, при закалке			
		В воде	В масле	В селитре	На воздухе
650°С					

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–850		Замедленное в колодцах.		
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В отожженном состоянии при ≤ 229 НВ K_v = 0,75 (твердый сплав), K_v = 0,6 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
4Х3ВМФ (ЭИ 2)	Прутки и полосы — ГОСТ 5950–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5950–73

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W
0,40–0,48	0,60–0,90	0,30–0,60	≤ 0,030	≤ 0,030	2,80–3,50	≤ 0,35	0,40–0,60	0,60–0,90	0,60–1,00

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mн
800	850	730	760	230

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 5950–73	Отжиг	840–860	С печью до 40–50°С/ч, до 600°С, далее воздух	—	Не определяются					—	≤ 241
	Закалка	1040–1060	Масло	Образцы	—	—	—	—	—	≥ 52	
ЛЦ	Закалка										
	а) подогрев	700–750									
	б) окончательный нагрев	1040–1060		—	Не определяются						—
	Отпуск 1-й	560–580	Масло							52–54	
	Отпуск 2-й	530–550								47–49	

Назначение. Мелкие молотовые штампы, молотовые и прессовые вставки (толщиной или диаметром до 300–400 мм), инструмент горизонтально-ковочных машин при горячем деформировании конструкционных и жаропрочных сталей, инструмент для высокоскоростной машинной штамповки конструкционных сталей.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Теплостойкость	Шлифуемость	Критический диаметр, мм, при закалке			
		В воде	В масле	В селитре	На воздухе
650°С					

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–850		Замедленное в колодцах		Замедленное в колодцах
Заготовка	1180–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В закаленном и отпущенном состоянии при 44–48 HRC K_v = 0,26 (твердый сплав)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
4Х5МФ1С (ЭП 572)	Прутки и полосы — ГОСТ 5950–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5950–73

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu
0,37–0,44	0,90–1,20	0,20–0,50	≤ 0,030	≤ 0,030	4,50–5,50	≤ 0,35	1,20–1,50	0,80–1,10	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mн	Mк
875	935	760	815	305	140

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 5950–73	Отжиг	840–860	С печью 40–50°С/ч до 600°С, далее воздух	—	—	—	—	—	—	—	≤ 241
	Закалка	1030	Масло	—	—	—	—	—	—	—	—
	Отпуск	550		—	—	—	—	—	—	≥ 47	—
	Закалка	1020–1040	Масло	—	—	—	—	—	—	≥ 50	—
ДЦ	Закалка	1020–1040	Масло	Образцы 10 × 10	—	—	—	—	—	53–55	—
	1-й отпуск (2 ч)	560–580	Воздух		—	—	—	—	—	—	—
	2-й отпуск (1,4–1,5 ч)	520–540			1490	1650	—	—	46	47–49	—
	Закалка	1020–1040	Масло	Образцы 10 × 10	—	—	—	—	—	53–55	—
	1-й отпуск (2 ч)	610–620	Воздух		—	—	—	—	—	44–46	—
	2-й отпуск (1,4–1,5 ч)	570–580									

Назначение. Пресс-формы для литья под давлением цинковых, алюминиевых и магниевых сплавов, мелющие и прессовые вставки (толщиной или диаметром до 200–250 мм), при горячем деформировании конструкционных сталей, инструмент для высадки заготовок из легированных конструкционных и жаропрочных материалов на горизонтально-ковочных машинах.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Теплостойкость	Диффузионность
630°С	

Критический диаметр, мм, при закалке			
В воде	В масле	В селитре	На воздухе

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–850		Замедленное в колодце		
Заготовка					

Свариваемость

Трудно свариваемая.
Способы сварки: РД, РАД.
Необходимы подогрев и последующая термическая обработка.

Обрабатываемость резанием

В закаленном и отпущенном состоянии при 51 HRC и $\sigma_в$ = 1900 Н/мм²
K_v = 0,17 (твердый сплав),
K_v = 0,05 (быстрорежущая сталь

Флокеночувствительность

Малочувствительна

Склонность к отпускной хрупкости

Не склонна

Марка стали	Вид поставки
6Х6В3МФС (55Х6В3СМФ, ЭП 569)	Прутки и полосы — ГОСТ 5950–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5950–73										Температура критических точек, °С				
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mн
0,50–0,60	0,60–0,90	0,15–0,40	≤ 0,030	≤ 0,030	5,50–6,50	≤ 0,35	0,60–0,90	0,50–0,80	2,50–3,20	836–875	889–905	690–755	756–790	210–250

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 5950–73	Отжиг	860–880	С печью 30°С/ч до 770°С, выдержка 2–3 ч, далее 50°С/ч до 550°С, затем воздух	—	Не определяются					—	≤ 255
	Закалка	1055–1075	Масло	—	Не определяются					≥ 60	—
ДЦ	Отжиг	850–860	С печью	—	Не определяются					—	233–187
	Закалка	1060–1075	Масло	—	Не определяются				15		—
	Отпуск 1-й[1]	530–545	Воздух								
	Отпуск 2-й	350–370	Воздух							59–61	

[1] Продолжительность 1-го отпуска – 2 ч и 2-го отпуска – 5 ч.

Назначение. Ножи для холодной рубки труб на прессе модели К0032 и на других труборазрубочных машинах; инструменты, применяемые для холодной пластической деформации (шлицевакатных роликов, пуансонов, матриц, накатников и др.); ножи гильотинных ножниц для резки тугоплавких металлов; ножи рубильных машин, применяемых в деревообрабатывающей промышленности, шаромек, разрушающих горные породы и др.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–800	До 180	В отапливаемых колодцах	До 180	В отапливаемых колодцах
Заготовка	1180–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при ≤ 255 НВ K_v = 1,0 (твердый сплав), K_v = 0,7 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
8Х4В2МФС2 (ЭП 761)	Прутки и полосы — ГОСТ 5950–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5950–73

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W
0,80–0,90	1,70–2,00	0,20–0,50	≤ 0,030	≤ 0,030	4,55–5,10	≤ 0,35	0,80–1,10	1,10–1,40	1,80–2,30

Температура критических точек, °С

Ac_3	Ac_1	Ar_3	Ar_1	Mн
840	880	785	820	150

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_{0,05}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее							
ГОСТ 5950–73	Отжиг	880–900	С печью 40°С/ч до 740°С, 3–4 ч, далее 50°С/ч до 550°С, воздух	—	Не определяются						—	≤ 255
	Закалка	1060–1090	Масло	—	Не определяются						≥ 60	—
ДЦ	Режим окончательной термообработки											
	Закалка а) подогрев б) окончательный нагрев	700–750 1060–1090	Масло	—	Не определяются						62–64	—
	Отпуск (3[3] кратный по 1 ч)	530–540		—	2700–2800	2200–2300	3700–3800		—	40–60[1]	62–63	—

[3] Образцы ненадрезанные.

Назначение. Матрицы и пуансоны штампов холодного объемного деформирования, испытывающие в процессе эксплуатации давление до 2300 Н/мм², резьбонакатные ролики.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1150–850		Замедленное в колодцах		Замедленное в колодцах
Заготовка	1150–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В закаленном и отпущенном состоянии при 61 HRC и $\sigma_в$ = 3500 Н/мм² K_v = 0,2 (твердый сплав), K_v = 0,05 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
11Х4В2МФ3С2 (ДИ 37)	**Прутки и полосы** — ГОСТ 5950–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5950–73										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
1,05–1,15	1,40–1,80	0,20–0,50	≤ 0,030	≤ 0,030	3,50–4,20	≤ 0,40	0,30–0,50	2,30–2,80	2,00–2,70	—	—	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_{0,05}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
					не менее							
ГОСТ 5950–73	Отжиг	860–880	С печью 50°С/ч до 740–750°С, 3–3,5 ч, далее 50°С/ч до 550°С, воздух	—	Не определяются						—	≤ 255
	Закалка	1000–1030	Масло	—	Не определяются						62	—
ДЦ	Режим окончательной термообработки											
	Закалка	1000–1030	Масло	—	Не определяются						60–62	
	Отпуск (2,5 ч)	200–220		—	2500	2100	3400–3700	—	—	50–60	60–62	
		320–350		—	2400	2000	3800–4000	—	—	68–80	56–58	
	Закалка	1050–1070	Масло	—	Не определяются						60–62	
	Отпуск (3[х] кратный по 1 ч)	540		—	2700	2150	3600–3800	—	—	45–50	59–61	
	Закалка	1080–1100	Масло	—	Не определяются						60–62	
	Отпуск (3[х] кратный по 1 ч + 500°С, 1 ч)	540		—	2800	2250	3400–3600	—	—	30–40	61–62	

Назначение. Вырубные штампы, в том числе для обработки холоднокатаных электротехнических сталей Э412 и Э413 с покрытиями типа "карлит", пуансоны и матрицы холодновысадочных автоматов, пуансоны и выталкиватели для холодного выдавливания, эксплуатируемые с удельными давлениями до 2000 Н/мм² в условиях повышенного износа и нагрева рабочих поверхностей до 400°С, плоше- и резьбонакатной инструмент.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1150–880		Замедленное в колодцах		
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В закаленном и отпущенном состоянии при 60–62 HRC и $\sigma_в$ = 3400 Н/мм² K_v = 0,2 (твердый сплав), K_v = 0,06 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

СТАЛИ ВАЛКОВЫЕ

Марка стали	Вид поставки
9Х1 (9Х)	**Поковки** — ОСТ 24.013.20–90, ОСТ 24.013.21–85, ОСТ 24.013.04–83. **Сортовой прокат** — ГОСТ 5950–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5950–73

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu
0,80–0,95	0,25–0,45	0,15–0,40	≤ 0,030	≤ 0,030	1,40–1,70	≤ 0,35	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mn
745	783	700	—	270

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	σ_b, Н/мм² (не менее)	HSD: бочки	HSD: шейки	HRC	HB
ГОСТ 5950–73	Отжиг	800–820	Печь	—	Не определяются		—	—	—	≤ 229
	Закалка	820–850	Масло	Образцы					≥ 62	—
ОСТ 24.013.20–90	Закалка	810–850	Вода	До 250	Не определяются		90–96[1]	30–55	—	—
	Отпуск	130–180	Воздух							
	Отпуск	300–500	Печь	До 300			50–69[2]			
	Закалка ТПЧ	910	Вода	До 900			95–105[1]		—	—
	Отпуск	130–180	Воздух							
ОСТ 24.013.21–85	Нормализация	840–860	Воздух	До 800	Не определяются		—	—	—	241–285
	Отпуск	580–620	Печь							
	Закалка	830–850	Масло	До 500	Не определяются		—	—	—	352–429
	Отпуск	480–520	Печь							
ОСТ 24.013.04–83	Нормализация	840–860	Воздух	До 1000	Не определяются		35–55[1]	30–60	—	—
	Отпуск	480–520	Печь	До 1600			35–60[2]			
	Закалка	830–850	Масло	До 1000			45–60[1]	30–60	—	—
	Отпуск	320–480	Печь	До 1600			45–75[2]			
				До 300			60–85[3]	—	—	—

[1] Твердость рабочих валков.
[2] Твердость опорных валков.
[3] Твердость бандажей.

Назначение. Клейма, пробойники, холодновысадочные штампы, перерабатывающий инструмент и др. (ГОСТ 5950–73).

Рабочие валки и опорные валки для холодной прокатки металла (ОСТ 24.013.20–90).

Рабочие валки рельсобалочных, крупносортных и проволочных обжимных и сортовых станов для горячей прокатки металла, подвергающиеся интенсивному износу и работающие в условиях минимальных или умеренных ударных нагрузок (ОСТ 24.013.21–85).

Рабочие валки, опорные валки и бандажи составных опорных валков листовых станов для горячей прокатки металла (ОСТ 24.013.04–83).

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1180–800	Все размеры	Отжиг с перекристаллизацией, два переохлаждения, отпуск	До 300	В яме
Заготовка	1180–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при 187–196 НВ, $\sigma_в$ = 680 Н/мм², K_v = 0,95 (твердый сплав), K_v = 0,55 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
9Х2	Поковки — ОСТ 24.013.20–90, ОСТ 24.013.04–83.

Массовая доля элементов, %, по ОСТ 24.013.20–90										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,85–0,95	0,25–0,50	0,20–0,70	≤ 0,030	≤ 0,030	1,70–2,10	≤ 0,50	—	—	≤ 0,25	756	783	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	HSD: бочки	HSD: шейки	HRC	HB
ОСТ 24.013.20–90	Закалка	810–850	Вода	До 900	Не определяются		90–96[1]	30–55		—
	Отпуск	130–180	Воздух							
	Отпуск	300–500	Печь	До 300			50–69[1]			
	Закалка ТПЧ	910	Вода	До 900			95–105[3]			—
	Отпуск	130–180	Масляная ванна							
	Закалка ТПЧ	920	Вода	До 300			70–85[2]			—
	Отпуск	300–500	Печь							
ОСТ 24.013.04–83	Нормализация	820–860	Воздух	До 1000	Не определяются		35–55[1]	30–60		
	Отпуск	480–520	Печь	До 1600			35–60[2]			
	Закалка	810–850	Масло	До 1000			45–60[1]	30–60		
	Отпуск	320–480	Печь	До 1600			45–75[2]			
				До 300			60–85[3]	—		

[1] Твердость рабочих валков.
[2] Твердость опорных валков.
[3] Твердость бандажей.

Назначение. Рабочие валки и опорные валки для станов холодной прокатки металла (ОСТ 24.013.20–90).

Рабочие валки, опорные валки и бандажи составных опорных валков листовых станов для горячей прокатки металла (ОСТ 24.013.04–83).

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–800	Все размеры	Отжиг с перекристаллизацией, два переохлаждения, отпуск	До 300	В яме
Заготовка	1180–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при 187–196 НВ, $\sigma_в$ = 680 Н/мм² K_v = 0,95 (твердый сплав), K_v = 0,55 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
9Х1Ф (90ХФ)	Поковки — ОСТ 24.013.20–90, ОСТ 24.013.21–85, ОСТ 24.013.04–83. Сортовой прокат — ГОСТ 5950–73.

Массовая доля элементов, %									НД	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	V	Cu		Ac_3	Ac_1	Ar_1	Ar_3
0,80–0,90	0,15–0,35	0,30–0,60	≤ 0,030	≤ 0,030	0,40–0,70	≤ 0,35	0,15–0,30	≤ 0,30	ГОСТ 5950–73	—	—	—	—
0,85–0,95	0,20–0,50	0,20–0,70			1,40–1,70	≤ 0,50	0,10–0,25	≤ 0,25	ОСТ 24.013.20–90				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	HSD		HRC	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее		бочки	шейки		
ГОСТ 5950–73	Отжиг	800–820	С печью	—	Не определяются		—	—	—	≤ 241
	Закалка	850–880	Масло	≤ 10					≥ 60	—
	Закалка	820–840	Вода	≤ 10					≥ 60	—
ОСТ 24.013.20–90	Нормализация	860–880	Воздух	До 2000	Не определяются		50–69[2]	30–55	—	—
	Отпуск	500–520	С печью							
	Закалка ТВЧ	910	Вода	До 900			90–105[3]		—	—
	Отпуск	130–180	С печью							
	Закалка ТВЧ	910	Вода	До 2000			70–85[2]		—	—
	Отпуск	480–580	С печью							
ОСТ 24.013.21–85	Нормализация	840–860	Воздух	До 800	Не определяются		—	—	—	241–285
	Отпуск	580–620	С печью							
	Закалка	830–850	Масло	До 500			—	—	—	352–429
	Отпуск	480–520	С печью							
ОСТ 24.013.04–83	Нормализация	840–860	Воздух	До 1000	Не определяются		35–55[1]	30–60	—	—
	Отпуск	480–520	С печью	До 1600			35–60[2]			
	Закалка	830–850	Масло	До 1000			45–60[1]	30–60	—	—
	Отпуск	320–480	С печью	До 1600			45–75[2]			
				До 300			60–85[3]	—	—	—

[1] Твердость рабочих валков.
[2] Твердость опорных валков.
[3] Твердость бандажей.

Назначение. Рамные, ленточные, круглые пилы, ножи для холодной резки металла, обрезные матрицы и пуансоны холодной обрезки заусенцев, керны и другие (ГОСТ 5950–73).

Рабочие валки и опорные валки с диаметром свыше 800 мм для холодной прокатки металла (ОСТ 24.013.20–90).

Рабочие валки рельсобалочных, крупносортных и проволочных обжимных и сортовых станов для горячей прокатки металла, подвергающиеся интенсивному износу и работающие в условиях минимальных или умеренных ударных нагрузок (ОСТ 24.013.21–85).

Рабочие валки, опорные валки и бандажи составных опорных валков листовых, обжимных и сортовых станов для горячей прокатки металла (ОСТ 24.013.04–83).

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–800	Все размеры	Отжиг с перекристаллизацией, два переохлаждения, отпуск	До 100	На воздухе
Заготовка	1150–800			101–350	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при ≤ 255 НВ, $\sigma_в$ = 690 Н/мм², K_v = 0,9 (твердый сплав), K_v = 0,6 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
9Х2МФ	Поковки — ОСТ 24.013.20–90, ОСТ 24.013.21–85, ОСТ 24.013.04–83.

Массовая доля элементов, %, по ОСТ 24.013.20–90										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,85–0,95	0,25–0,50	0,20–0,70	≤ 0,030	≤ 0,030	1,70–2,10	≤ 0,50	0,20–0,30	0,10–0,20	≤ 0,25	748	784	640	685

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	HSD: бочки	HSD: шейки	HRC	HB
ОСТ 24.013.20–90	Закалка	850	Вода	До 900	Не определяются		90–96	30–55		—
	Отпуск	130–180	Воздух							
	Закалка ТВЧ	900	Вода	До 900	Не определяются		95–105	30–55		—
	Отпуск	150–180	Воздух							
	Отпуск	260–360	Воздух	Свыше 400 до 1200			75–90			
ОСТ 24.013.21–85	Закалка	830–850	Масло	Свыше 500	Не определяются		—	—		352–429
	Отпуск	480–520	С печью							
ОСТ 24.013.04–83	Нормализация	830–850	Воздух	До 1000	Не определяются		35–55	30–60		—
	Отпуск	480–520	С печью							
	Закалка	830–850	Масло	До 1000	Не определяются		45–60			
	Отпуск	480–520	Печь							

Назначение. Рабочие валки для станов холодной прокатки металла при особо тяжелых условиях эксплуатации (ОСТ 24.013.20–90).
Рабочие валки проволочных обжимных и сортовых станов (ОСТ 24.013.21–85).
Рабочие валки листовых станов для горячей прокатки металла (ОСТ 24.013.04–83).

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–800	Все размеры	Отжиг с перекристаллизацией, два переохлаждения, отпуск	До 300	В яме
Заготовка	1180–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при 170–207 НВ. $\sigma_в$ = 620 Н/мм² K_v = 0,85 (твердый сплав), K_v = 0,8 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
9ХСВФ	Поковки — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %, по НД завода-изготовителя										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1
0,85–0,95	0,90–1,10	≤ 0,30	≤ 0,020	≤ 0,020	1,30–1,50	—	—	0,10–0,20	0,40–0,60				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	HSD		HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее		бочки	шейки		
ДЦ	Закалка Отпуск	860–870 130–180	Вода Воздух	До 300	Не определяются		≥ 90	30–55		
	Закалка ТПЧ Отпуск	910–930 150–180	Вода Воздух	До 300			≥ 90	30–55		

Назначение. Рабочие валки с диаметром бочки до 300 мм для станов холодной прокатки металла.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1160–850		Отжиг с перекристаллизацией		Отжиг с перекристаллизацией
Заготовка	1160–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В нормализованном состоянии при 208–217 НВ, $\sigma_в$ = 774 Н/мм² K_v = 1,0 (твердый сплав), K_v = 0,45 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
9Х2СВФ	Поковки — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %, по НД завода-изготовителя										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,85–0,95	1,30–1,60	≤ 0,30	≤ 0,020	≤ 0,020	1,80–2,10	0,40–0,60	—	0,10–0,20	0,40–0,60	792	829	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	HSD		HRC	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее		бочки	шейки		
ДЦ	Закалка Отпуск	870–880 130–180	Вода Воздух	Свыше 300	Не определяются		≥ 90	30–55		
	Закалка ТПЧ Отпуск	910–930 150–180	Вода Воздух	Свыше 300			≥ 90	30–55		

Назначение. Рабочие валки диаметром свыше 300 мм для станов холодной прокатки металла.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1160–850		Отжиг с перекристаллизацией		Отжиг с перекристаллизацией
Заготовка	1160–850				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В нормализованном состоянии при 208–217 НВ. $\sigma_в$ = 774 Н/мм² K_v = 0,9 (твердый сплав), K_v = 0,45 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
9Х2В	Поковки — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %, по НД завода-изготовителя

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	W	Cu
0,85–0,95	0,25–0,45	0,20–0,35	≤ 0,030	≤ 0,030	1,70–2,10	≤ 0,30	—	0,30–0,60	—

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	HSD		HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее		бочки	шейки		
ДЦ	Закалка Отпуск	850 130–180	Вода Воздух	Свыше 400	Не определяются		≥ 90	30–55		
	Закалка ТПЧ Отпуск	900 150–180	Вода Воздух	Свыше 400			≥ 90	30–55		

Назначение. Рабочие валки с диаметром бочки свыше 400 мм для станов холодной прокатки металла при тяжелых условиях эксплуатации.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–800	Все размеры	Отжиг с перекристаллизацией, два перехлаждения, отпуск	До 300	В яме
Заготовка	1180–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В нормализованном состоянии при 255 НВ и $\sigma_в$ = 930 Н/мм² K_v = 0,65 (твердый сплав), K_v = 0,35 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
55Х	**Поковки** — ГОСТ 8479–70, ОСТ 24.013.20–90, ОСТ 24.013.21–85, ОСТ 24.013.04–83.

Массовая доля элементов, %, по ОСТ 24.013.20–90										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,50–0,60	0,17–0,37	0,35–0,65	≤ 0,040	≤ 0,040	1,00–1,30	≤ 0,50	—	—	≤ 0,25	—	—	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 8479–70	Закалка Отпуск	—	—	До 100	490	655	16	45	59	—	212–248
ОСТ 24.013.20–90	Объемная термическая обработка			—	Не определяются						220–280
ОСТ 24.013.21–85, ОСТ 24.013.04–83	Нормализация Отпуск	830–850 550–580	Воздух Печь или воздух	До 1500	—	—	—	—	—	—	223–277
	Закалка Отпуск	820–840 550–620	Масло Печь или воздух	До 500	—	—	—	—	—	—	255–293
ДЦ	Закалка	820–840	Масло	До 100	637	833	12	40	—	—	255–322
	Отпуск	560–630	Печь или воздух	101–300	539	784	10	35	—	—	240–302
				301–500	490	735	8	30	—	—	240–300

Назначение. Оси опорных составных валков для холодной прокатки металла (ОСТ 24.013.20–90).

Редукторные валы, шестерни и другие нагруженные детали, подвергающиеся истиранию, но работающие без значительных ударных нагрузок.

Рабочие валки блюмингов, слябингов, заготовочных, рельсобалочных, крупносортных, среднесортных и мелкосортных станов (ОСТ 24.013.21–85) и рабочие валки всех размеров листовых станов для горячей прокатки металла (ОСТ 24.013.04–83).

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1240–780	Все размеры	Отжиг с перекристаллизацией, одно персохлаждение, отпуск	До 200	На воздухе
Заготовка	1220–800			201–300	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД – необходимы подогрев и последующая термообработка; КТ – необходима последующая термообработка.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 277 НВ и $\sigma_в$ = 740 Н/мм² K_v = 0,8 (твердый сплав), K_v = 0,6 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
60ХГ	Поковки — ОСТ 24.013.21–85.

Массовая доля элементов, %, по ОСТ 24.013.21–85

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu
0,55–0,65	0,17–0,37	0,80–1,00	≤ 0,040	≤ 0,040	1,00–1,30	≤ 0,30	—	—	—

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mн
750	800	—	—	250

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	δ, % (не менее)	ψ, % (не менее)	KCU, Дж/см² (не менее)	HRC	HB
ОСТ 24.013.21–85	Нормализация	840–860	Воздух	До 950	—	—	—	—	—	—	229–285
	Отпуск	580–610	Печь или воздух								
	Закалка	820–840	Масло	До 500	—	—	—	—	—	—	255–302
	Отпуск	600–650	Печь или воздух								
ДП	Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ, охлаждение с водой и низкий отпуск			Не определяются						Поверхности 50–62	—
	Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ, охлаждение с эмульсией и низкий отпуск									Поверхности 40–56	—

Назначение. Рабочие валки нитросовых и мелкосортных станов для горячей прокатки металла.

Предел выносливости, Н/см²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
			88	—	38	—	38	—	Закалка 870°С, масло. Отпуск 650°С, масло.

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1220–800	Поковки всех размеров: валки горячей прокатки	Нормализация, два переохлаждения, отпуск	До 200	В яме
Заготовка	1220–800	ответственного назначения	Отжиг с перекристаллизацией, два переохлаждения, отпуск	201–800	Отжиг с перекристаллизацией, одно переохлаждение
		остальные	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение		

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 235–285 НВ, $\sigma_в$ = 680 Н/мм², K_v = 0,9 (твердый сплав), K_v = 0,75 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
50ХН	Поковки — ОСТ 24.013.04–83, ОСТ 24.013.21–85. Сортовой прокат — ГОСТ 4543–71.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 4543–71

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu
0,46–0,54	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,035	≤ 0,035	0,45–0,75	1,00–1,40	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_3	Ac_1	Ar_1	Ar_3
725	770	680	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 4543–71	В отожженном состоянии			—	Не определяются						≤ 207
	Закалка	805–835	Вода или масло	До 80	885	1080	9	40	49		
	Отпуск	480–580	Вода или масло	Свыше 80 до 150	885	1080	7	35	44		—
				Свыше 150	885	1080	6	30	42		
ОСТ 24.013.04–83	Нормализация	840–870	Воздух	До 1500	—			—			223–277
	Отпуск	580–610	Печь								
	Закалка	830–860	Масло	До 500	—			—			255–285
	Отпуск	580–650	Печь								
ОСТ 24.013.21–85	Нормализация	840–870	Воздух	До 1500	—			—			223–277
	Отпуск	580–610	Печь								
	Закалка	830–860	Масло	До 500	—			—			255–285
	Отпуск	580–650	Печь								
ДЦ	Нормализация	840–870	Воздух	100–300	451	764	12	35	29,4		229–290
				301–600	421	735	12	30	24,5		220–270
				601–900	392	686	11	25	—		207–260
	Отпуск	580–680	Печь	901–1200	343	666	10	20	—		200–241
	Закалка	820	Масло	До 60	785	980	9	40	49		≥ 269
	Отпуск	500	Вода или масло								
	Закалка	820–840	Масло	До 120	635	780	—	—	59		250–285
	Отпуск	550–600	Вода или масло								

Назначение. Рабочие валки блюмингов, слябингов, заготовочных, рельсобалочных, крупносортных и среднесортных станов (ОСТ 24.013.21–85) и рабочие валки всех размеров листовых станов (ОСТ 24.013.04–83) для горячей прокатки металла.

Бандажи, шестерни, вал-шестерни и другие ответственные детали.

Сталь склонна к закалочным трещинам.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1220–800	До 1500	Нормализация, одно переохлаждение, отпуск	До 250 251–350	На воздухе В яме
Заготовка	1200–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 207–260 НВ и $\sigma_в$ = 680 Н/мм² K_v = 0,8 (твердый сплав), K_v = 0,7 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
60ХН	Поковки — ОСТ 24.013.04–83, ОСТ 24.013.21–85.

Массовая доля элементов, %, по ОСТ 24.013.04–83

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu
0,55–0,65	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,040	≤ 0,040	0,60–0,90	1,00–1,50	—	—	—

Температура критических точек, °С

Ac_2	Ac_3	Ar_1	Ar_3
730	775	480	570

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	σ_b, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ОСТ 24.013.04–83	Закалка	820–840	Масло	До 500	—	—	—	—	—	—	255–302[1]
	Отпуск	600–650	Печь								
	Нормализация	840–860	Воздух	До 1200	—	—	—	—	—	—	229–285[1]
	Отпуск	580–610	Печь	До 1600	—	—	—	—	—	—	229–285[2]
ОСТ 24.013.21–85	Закалка			До 500	—	706	10	—	24,5	—	255–302[1]
	Отпуск										
	Нормализация			До 1500	—	666	10	—	24,5	—	229–285[1]
	Отпуск										

[1] Твердость рабочих валков.
[2] Твердость опорных валков.

Назначение. Рабочие валки блюмингов, слябингов, заготовочных, рельсобалочных и крупносортных станов (ОСТ 24.013.21–85). Рабочие валки и опорные валки всех размеров листовых станов (ОСТ 24.013.04–83) для горячей прокатки металла.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
392	—	$\sigma_{0,2}$ = 520 Н/мм², σ_b = 920 Н/мм²	125	—	112	—	92	—	Закалка 870°С, масло. Отпуск 650°С, масло.

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1200–800	До 1500	Нормализация, одно переохлаждение, отпуск	До 250	На воздухе
Заготовка	1200–800			251–350	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 229 НВ и σ_b = 680 Н/мм² K_v = 0,8 (твердый сплав), K_v = 0,7 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
45ХНМ	Поковки — ГОСТ 8479–70, ОСТ 24.013.04–83.

Массовая доля элементов, %, по ОСТ 24.013.04–83

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu
0,40–0,50	0,17–0,37	0,50–0,80	≤ 0,040	≤ 0,040	1,30–1,70	1,20–1,60	0,10–0,30	—	—

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
750	780	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	δ_5, % (не менее)	ψ, % (не менее)	KCU, Дж/см² (не менее)	HRC	HB
ГОСТ 8479–70	Нормализация			101–300	440	635	14	40	54		197–235
	Закалка Отпуск			301–500	440	635	13	35	49		197–235
	Нормализация			501–800	440	635	11	30	39		197–235
				101–300	490	655	13	40	54		212–248
	Закалка			301–500	490	655	12	35	49		212–248
	Отпуск			501–800	540	685	10	30	39		223–262
				101–300	590	735	13	40	49		235–277
				301–500	590	735	12	35	44		235–277
				501–800	590	735	10	30	39		235–277
				301–500	685	835	11	33	39		262–311
ОСТ 24.013.04–83	Закалка Отпуск	840–870 580–640	Масло Печь	До 850	—	—	—	—	—	—	240–300
ДП	Закалка Отпуск	840–870 580–650	Масло Печь	300–500	686	833	13	30	34,3	—	252–292
				500–800	588	735	13	30	29,4		222–269
				800–1200	490	637	12	28	29,4		187–241
	Нормализация Отпуск	850–880 580–650	Воздух Печь	300–500	539	735	13	30	29,4	—	222–269
				500–800	441	637	12	28	24,5		187–241
				800–1200	392	588	12	25	24,5		177–217
	Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ и низкий отпуск		Водный раствор глицерина или масло	—	Не определяются					Поверхности 42–58	—

Назначение. Оси опорных составных валков листовых станов для горячей прокатки металла, шестеренные валы и др.

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1200–800	До 1000	Отжиг низкотемпературный, одно переохлаждение	—	—
Заготовка	1200–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В закаленном и отпущенном состоянии при 269 НВ и $\sigma_в$ = 700 Н/мм² K_v = 0,9 (твердый сплав), K_v = 0,7 (быстрорежущая сталь)	Сильночувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
75ХМ	Поковки — ОСТ 24.013.04–83, ОСТ 24.013.20–90.

Массовая доля элементов, %, по ОСТ 24.013.20–90

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu
0,70–0,80	0,20–0,60	0,20–0,40	≤ 0,030	≤ 0,030	1,40–1,70	≤ 0,50	0,20–0,30	—	—

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1
—	—	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	HSD: бочки	HSD: шейки	HRC	НВ
ОСТ 24.013.04–83	Нормализация	870	Воздух	До 1000	Не определяются		35–55[1]	30–60		
	Отпуск	460–520	Печь	До 1600			35–60[2]			
	Закалка	850	Масло	До 1000			45–60[1]	30–60		
	Отпуск	400–520	Печь	До 1600			45–75[2]			
ОСТ 24.013.20–90	Закалка ТПЧ			Свыше 300 до 2000	Не определяются		50–69[2]	30–55		
	Отпуск						70–85[2]			
ДЦ	Закалка ТПЧ	910	Вода	—	Не определяются		45–75[2]	—		
	Отпуск	320–520	Печь							

[1] Твердость рабочих валков.
[2] Твердость опорных валков.

Назначение. Опорные валки и рабочие валки листовых станов для горячей прокатки металла (ОСТ 24.013.04–83).
Опорные валки и бандажи составных опорных валков для холодной прокатки металла (ОСТ 24.013.20–90).

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1200–800			До 100	На воздухе
Заготовка	1200–800			101–350	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В нормализованном состоянии K_v = 0,90 (твердый сплав), K_v = 0,60 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
75ХМФ	Поковки — ОСТ 24.013.04–83, ОСТ 24.013.20–90, ОСТ 24.013.21–85.

Массовая доля элементов, %, по ОСТ 24.013.04–83

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu
0,70–0,80	0,20–0,60	0,20–0,70	≤ 0,040	≤ 0,040	1,40–1,70	≤ 0,50	0,10–0,30	0,05–0,25	—

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
760	790	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм² (не менее)	$\sigma_в$, Н/мм² (не менее)	HSD: бочки	HSD: шейки	HRC	HB
ОСТ 24.013.04–83	Нормализация			До 1600	Не определяются		35–60	30–60		
	Отпуск									
	Закалка						45–75			
	Отпуск									
ОСТ 24.013.20–90	Закалка ТПЧ			Свыше 300 до 2000	Не определяются		50–69	30–55		
	Отпуск						70–85			
ОСТ 24.013.21–85	Нормализация			До 950	Не определяются		—	—		241–285
	Отпуск									
	Закалка			До 500			—	—		352–429
	Отпуск									

Назначение. Опорные валки листовых станов для горячей прокатки металла (ОСТ 24.013.04–83).
Опорные валки и бандажи опорных составных валков для холодной прокатки металла (ОСТ 24.013.20–90).
Кованые валки обжимных и сортовых станов для горячей прокатки металла (ОСТ 24.013.21–85).

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Ковка: Вид полуфабриката	Ковка: Температурный интервал ковки, °С	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из слитков: Условия охлаждения	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Размер сечения, мм	Охлаждение поковок, изготовленных из заготовок: Условия охлаждения
Слиток	1200–800			До 100	На воздухе
Заготовка	1200–800			101–350	В яме

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В нормализованном состоянии K_v = 0,90 (твердый сплав), K_v = 0,60 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
90ХМФ	**Поковки** — ОСТ 24.013.04–83.

Массовая доля элементов, %, по ОСТ 24.013.04–83										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,80–0,90	0,20–0,40	0,20–0,70	≤ 0,040	≤ 0,040	1,40–1,70	≤ 0,50	0,20–0,30	0,10–0,20	—	—	—	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	HSD		HRC	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее		бочки	шейки		
ОСТ 24.013.04–83	Нормализация	850–870	Воздух	До 1600	Не определяются		35–60[1]	30–60		
	Отпуск	480–510	Печь							
	Закалка	840–860	Масло	До 1600			45–75[1]	30–60		
	Отпуск	480–510	Печь	До 300			60–85[2]	—		

[1] Твердость опорных валков.

[2] Твердость бандажей составных опорных валков.

Назначение. Опорные валки всех размеров и бандажи составных опорных валков листовых станов для горячей прокатки металла.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1180–800				
Заготовка	1180–800				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при 170–207 НВ, $\sigma_в$ = 620 Н/мм² K_v = 0,85 (твердый сплав), K_v = 0,8 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
7Х2СМФ	Поковки — ОСТ 24.013.20–90.

Массовая доля элементов, %, по ОСТ 24.013.20–90										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,70–0,80	0,70–1,00	0,60–1,00	≤ 0,030	≤ 0,030	1,70–2,20	≤ 0,50	0,35–0,60	0,15–0,30	—	780	835	625	700

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	HSD		HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее		бочки	шейки		
ОСТ 24.013. 20–90	Закалка ТВЧ Отпуск			До 900	Не определяются		95–105	30–55		
				Свыше 250 до 650			90–96			
				Свыше 400 до 650			75–90			

Назначение. Рабочие валки кованые для холодной прокатки металла.

Прокаливаемость			Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
Расстояние от охлаждаемого торца, мм	HRC	Термообработка	+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
100	62–63	Закалка 900°С.							

Технологические характеристики

Ковка		Прокаливаемость		
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Термообработка	HRC	Расстояние от торца, мм
Слиток	1200–800	Закалка 900 °С	63–64	100
Заготовка				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при ≤ 255 НВ K_v = 0,6 (твердый сплав)	
		Склонность к отпускной хрупкости

СТАЛИ БЫСТРОРЕЖУЩИЕ

Марка стали	Вид поставки
11Р3АМ3Ф2	**Прутки и полосы** — ГОСТ 19265–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 19265–73

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	W	Co	N	Nb
1,02–1,12	0,20–0,50	0,20–0,50	≤ 0,030	≤ 0,030	3,80–4,40	≤ 0,60	2,50–3,00	2,30–2,70	≤ 0,25	2,50–3,30	≤ 0,50	0,05–0,10	0,05–0,20

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_в$, Н/мм²	Кр[1], 58 HRC, °C	HRC	HB
ГОСТ 19265–73	Отжиг	—	—	—	—	—	—	≤ 255
	Закалка	1190–1210	Масло	От 80 до 200	—	620	≥ 63	—
	Отпуск (2–3[5] – кратный по 1 ч)	540–560	Воздух					
ДЦ	Закалка	1180–1200	Масло	—	2800–3000	620	64–65	—
	Отпуск (3[5] – кратный по 1 ч)	540–550	Воздух					

[1] Красностойкость стали определялась после 4[5] часового отпуска при 620°С.

Назначение. Инструменты простой формы при обработке углеродистых и малолегированных сталей.
Рекомендуется для изготовления режущего инструмента из листа (отрезные и прорезные фрезы, ножовочные полотна).

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
7			8,0	—	—	5,6	—	5,2	

Теплостойкость	Шлифуемость	Критический диаметр, мм, при закалке			
	Относительно стали Р18	В воде	В масле	В селитре	На воздухе
	Кш = 0,8				

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °C	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1140–850	В колодцах при 750–800°С			
Заготовка	—				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при ≤ 255 НВ K_v = 0,8 (твердый сплав). K_v = 0,6 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		—

Марка стали	Вид поставки
P6M5	**Прутки и полосы** — ГОСТ 19265–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 19265–73												Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	V	Cu	W	Co	Mo	Ac_1	Ac_m	Ar_1	Ar_m
0,82–0,90	0,20–0,50	0,20–0,50	≤ 0,025	≤ 0,030	3,80–4,40	≤ 0,60	1,70–2,10	≤ 0,25	5,50–6,50	≤ 0,50	4,80–5,30	815	880	730	790

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_в$, Н/мм²	Кр[1], 58 HRC, °С	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда					
ГОСТ 19265–73	Отжиг	—	—	—	—	—	—	≤ 255
	Закалка	1210–1230	Масло	От 80 до 200	—	620	≥ 63	—
	Отпуск (2–3[3] – кратный по 1 ч)	540–560	Воздух					
ДЦ	Закалка	1200–1230	Масло	—	3200–3600	620	64–65	—
	Отпуск (3[3] – кратный по 1ч)	540–560	Воздух					

[1] Красностойкость стали определялась после 4[3] часового отпуска при температуре 620°С.

Назначение. Все виды режущего инструмента при обработке обычных конструкционных материалов, а также предпочтительно для изготовления резьбонарезного инструмента, работающего с ударными нагрузками.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Теплостойкость	Шлифуемость	Критический диаметр, мм, при закалке			
	Относительно стали Р18	В воде	В масле	В селитре	На воздухе
	$K_ш = 0.8$				

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1160–850	Замедленное в колодцах при 750–800°С			
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при ≤ 255 НВ $K_v = 0,8$ (твердый сплав), $K_v = 0,6$ (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		—

Марка стали	Вид поставки
Р6М5К5	Прутки и полосы — ГОСТ 19265–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 19265–73												Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	W	Co	Ac_1	Ac_m	Ar_1	Ar_m
0,86–0,94	0,20–0,50	0,20–0,50	≤ 0,030	≤ 0,030	3,80–4,30	≤ 0,60	4,80–5,30	1,70–2,10	≤ 0,25	5,70–6,70	4,70–5,20	830	860	750	780

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_в$, Н/мм²	Кр[1], 58 HRC, °С	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда					
ГОСТ 19265–73	Отжиг	—	—	—	—	—	—	≤ 269
	Закалка Отпуск (2–3[4] – кратный по 1 ч)	1220–1240 540–560	Масло Воздух	От 80 до 200	—	630	≥ 64	—
ДСТ	Закалка Отпуск (3[4] – кратный по 1 ч)	1210–1240 540–560		—	2600–3000	630	65–66	—

[1] Красностойкость стали определялась после 4[3] часового отпуска при температуре 630°С.

Назначение. Черновые и получистовые инструменты при обработке улучшенных легированных, а также нержавеющих сталей.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, КСU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	t_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Теплостойкость	Шлифуемость	Критический диаметр, мм, при закалке			
	Относительно стали Р18	В воде	В масле	В селитре	На воздухе
	$K_ш$ = 0,8				

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1200–900	В колодцах при 750–800°С			
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при 269 НВ K_v = 0,75 (твердый сплав), K_v = 0,5 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		—

Марка стали	Вид поставки
Р9М4К8	Прутки и полосы — ГОСТ 19265–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 19265–73												Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	V	W	Co	Ac_1	Ac_m	Ar_1	Ar_m
1,00–1,10	0,20–0,50	0,20–0,50	≤ 0,030	≤ 0,030	3,00–3,60	≤ 0,60	3,80–4,30	≤ 0,25	2,30–2,70	8,50–9,50	7,50–8,50	800	840	750	790

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_в$, Н/мм²	Кр[1], 58 HRC, °С	HRC	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда					
ГОСТ 19265–73	Отжиг	—	—	—	—	—	—	≤ 285
	Закалка	1220–1240		От 80 до 200	—	630	≥ 64	—
	Отпуск (2–3[3] – кратный по 1 ч)	540–560						
ДЦ	Закалка	1210–1240		—	2200–2600	635	66–68	—
	Отпуск (3[3] – кратный по 1ч)	550–570						

[1] Красностойкость стали определялась после 4[3] часового отпуска при температуре 630–635°С.

Назначение. Все виды режущего инструмента при обработке высокопрочных, жаропрочных и нержавеющих сталей и сплавов, а также улучшенных легированных сталей.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Теплостойкость	Шлифуемость	Критический диаметр, мм, при закалке			
	Относительно стали Р18	В воде	В масле	В селитре	На воздухе
	K_m = 0,6				

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1141–850		В колодцах при 750–800°С		На воздухе В яме
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при 286 НВ и $\sigma_в$ = 930–1000 Н/мм² K_v = 0,65 (твердый сплав), K_v = 0,3 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		—

Марка стали	Вид поставки
Р18	Прутки и полосы — ГОСТ 19265–73.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 19265–73												Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	W	Co	Ac_1	Ac_{cm}	Ar_1	Ar_m
0,73–0,83	0,20–0,50	0,20–0,50	≤ 0,030	≤ 0,030	3,80–4,40	≤ 0,60	≤ 1,00	1,00–1,40	≤ 0,25	17,0–18,5	≤ 0,50	820	860	725	770

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_в$, Н/мм²	Кр[1], 58 HRC, °С	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда					
ГОСТ 19265–73	Отжиг	—	—	—	—	—	—	≤ 255
	Закалка Отпуск (2–3[3] – кратный по 1 ч)	1260–1280 550–570	Масло, расплав солей или щелочей Воздух	От 80 до 200	—	620	≥ 62	—
ДЦ	Закалка Отпуск (3[3] – кратный по 1 ч)	1270–1290 560–570	Масло Воздух	—	2600–3000	620	63–64	—

[1] Красностойкость стали определялась после 4[3] часового отпуска при температуре 620°С.

Назначение. Все виды режущего инструмента при обработке обычных конструкционных материалов.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Теплостойкость	Шлифуемость	Критический диаметр, мм, при закалке			
		В воде	В масле	В селитре	На воздухе
	Повышенная				

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток	1220–850	Замедленное в колодцах при 750–800°С			
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при 212–228 НВ и $\sigma_в$ = 800 Н/мм² K_v = 0,6 (твердый сплав), K_v = 0,3 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		—

Марка стали	Вид поставки
Р6М5К5–МП (ДИ 101–МП)	**Прутки и полосы** — ГОСТ 28393–89.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 28393–89

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	W	Co	O_2	N_2
1,02–1,09	≤ 0,60	≤ 0,50	≤ 0,030	≤ 0,030	3,80–4,30	≤ 0,40	4,80–5,30	1,70–2,20	≤ 0,25	6,00–7,00	4,80–5,30	≤ 0,02	0,02–0,06

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_в$, Н/мм²	Кр[1], 58 HRC, °С	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда					
ГОСТ 28393–89	Отжиг	—	—	—	—	—	—	≤ 269
	Закалка	1190–1210	Масло	Прутки ⌀ (2–150) □ (12–150). Полоса толщиной от 6 до 100 и шириной от 25 до 250	3000–3800	630	≥ 66	—
	Отпуск (2–3[4] – кратный по 1 ч)	560–580	Воздух					

[1] Красностойкость стали определяется после 4[3] часового отпуска при температуре 630°С.

Назначение. Фасонные резцы, сверла, развертки, зенкеры, фрезы, долбяки, шеверы для обработки среднелегированных, коррозионностойких сталей, жаропрочных сталей и сплавов.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Стойкость инструмента		Шлифуемость	Критический диаметр, мм, при закалке			
Коэффициент стойкости	В сравнении со сталью	Относительно стали марки Р6М5	В воде	В масле	В селитре	На воздухе
1,5–2,0	Р6М5К5	1,0–1,3				

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при ≤ 269 HB K_v = 0,8 (твердый сплав), K_v = 0,6 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		—

Марка стали	Вид поставки
Р6М5Ф3–МП (ДИ 99–МП)	Прутки и полосы — ГОСТ 28393–89.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 28393–89

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	W	Co	O_2	N_2
1,25–1,35	≤ 0,60	≤ 0,50	≤ 0,030	≤ 0,030	3,80–4,30	≤ 0,40	5,50–6,00	3,10–3,70	≤ 0,25	5,70–6,70	≤ 0,50	≤ 0,02	0,02–0,06

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_в$, Н/мм²	Кр[1], 58 HRC, °С	HRC	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда					
ГОСТ 28393–89	Отжиг	—	—	—	—	—	—	≤ 269
	Закалка	1190–1210	Масло	Прутки ø (2–150) □ (12–150). Полоса толщиной от 6 до 100 и шириной от 25 до 250	3500–4400	630	≥ 65	—
	Отпуск (2–3× – кратный по 1 ч)	560–580	Воздух					

[1] Красностойкость стали определяется после 4[3] часового отпуска при температуре 630°С.

Назначение. Фасонные резцы, сверла, развертки, зенкеры, метчики, протяжки, фрезы, долбяки, шеверы для обработки низко– и среднелегированных сталей. Инструменты для холодного и полугорячего выдавливания легированных сталей и сплавов.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Стойкость инструмента		Шлифуемость	Критический диаметр, мм, при закалке			
Коэффициент стойкости	В сравнении со сталью	Относительно стали марки Р6М5	В воде	В масле	В селитре	На воздухе
1,3–1,8	Р6М5Ф3	1,0–1,2				
2,0–5,0	Х12МФ					

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при ≤ 269 НВ K_v = 0,75 (твердый сплав), K_v = 0,6 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		—

Марка стали	Вид поставки
Р12МФ5–МП (ДИ 70–МП)	Прутки и полосы — ГОСТ 28393–89.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 28393–89

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	W	Co	O_2	N_2
1,45–1,55	≤ 0,60	≤ 0,50	≤ 0,030	≤ 0,030	3,80–4,30	≤ 0,40	1,00–1,50	4,00–4,60	≤ 0,25	11,50–12,50	≤ 0,50	≤ 0,02	0,02–0,06

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_в$, Н/мм²	Кр[1], 58 HRC, °С	HRC	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда					
ГОСТ 28393–89	Отжиг	—	—	—	—	—	—	≤ 285
	Закалка	1200–1230	Масло	Прутки ø (2–150) □ (12–150). Полоса толщиной от 6 до 100 и шириной от 25 до 250	3000–4000	630	≥ 65	—
	Отпуск (2–3× – кратный по 1 ч)	560–580	Воздух					

[1] Красностойкость стали определяется после 4× часового отпуска при температуре 630°С.

Назначение. Фасонные резцы для обработки среднелегированных сталей. Метчики, протяжки, фрезы для чистовой обработки среднелегированных, легированных, коррозионностойких и высокопрочных сталей.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Стойкость инструмента		Шлифуемость	Критический диаметр, мм, при закалке			
Коэффициент стойкости	В сравнении со сталью	Относительно стали марки Р6М5	В воде	В масле	В селитре	На воздухе
1,5–2,0	Р12МФ5	1,0–1,2				

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при ≤ 285 НВ K_v = 0,5 (твердый сплав), K_v = 0,4 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		—

Марка стали	Вид поставки
Р12М3К5Ф2–МП (ДИ 103–МП)	Прутки и полосы — ГОСТ 28393–89.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 28393–89

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	W	V	Co	O_2	N_2
1,05–1,15	≤ 0,60	≤ 0,50	≤ 0,030	≤ 0,030	3,80–4,30	≤ 0,40	2,50–3,00	≤ 0,25	11,50–12,50	1,80–2,30	5,00–5,50	≤ 0,02	0,02–0,06

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_в$, Н/мм²	Кр[1], 58 HRC, °С	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда					
ГОСТ 28393–89	Отжиг	—	—	—	—	—	—	≤ 285
	Закалка	1210–1230	Масло	Прутки ⌀ (2–150) □ (12–150). Полоса толщиной от 6 до 100 и шириной от 25 до 250	2600–3500	635	≥ 66	—
	Отпуск (2–3[5] – кратный по 1 ч)	560–580	Воздух					

[1] Красностойкость стали определяется после 4[5] часового отпуска при температуре 635°С.

Назначение. Фасонные резцы, сверла, развертки, зенкеры, метчики, протяжки, фрезы (червячные, дисковые, концевые, специальные), долбяки, шеверы для обработки высокопрочных сталей, жаропрочных сталей и сплавов.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Стойкость инструмента		Шлифуемость	Критический диаметр, мм, при закалке			
Коэффициент стойкости	В сравнении со сталью	Относительно стали марки Р6М5	В воде	В масле	В селитре	На воздухе
1,5–2,0	Р12М3К5Ф2	1,0–1,3				

Технологические характеристики

Ковка		Охлаждение поковок, изготовленных			
		из слитков		из заготовок	
Вид полуфабриката	Температурный интервал ковки, °С	Размер сечения, мм	Условия охлаждения	Размер сечения, мм	Условия охлаждения
Слиток					
Заготовка					

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при ≤ 285 НВ K_v = 0,4 (твердый сплав)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Раздел 3. СТАЛИ И СПЛАВЫ ДЛЯ ОТЛИВОК

СТАЛИ ДЛЯ ОТЛИВОК

Марка стали	Вид поставки
15Л	Отливки — ГОСТ 977–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88									Группа отливок	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S[1]	P[1]	Cr	Ni	Mo	Cu		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,12–0,20	0,20–0,52	0,45–0,90	≤ 0,050 ≤ 0,045 ≤ 0,045	≤ 0,050 ≤ 0,040 ≤ 0,040	—	—	—	—	I II III	735	863	685	840

[1] Содержание серы и фосфора указано для основной стали.

Механические свойства при комнатной температуре											
НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Нормализация или Нормализация Отпуск	910–930 910–930 670–690	Воздух Воздух Воздух	До 100	196	392	24	35	49		109–136[2]
ДЦ	Отжиг	880–900	С печью	—	Не определяются						—

[2] Данные ЦНИИТМАШ.

Назначение. Копровые бабы, блоки, ролики, корпуса, поводки, захваты, пильные рамы, детали сварно-литых конструкций с большим объемом сварки, плиты, подушки и другие неответственные детали, работающие под действием средних статических и динамических нагрузок.

Предел выносливости, Н/мм²		Состояние стали	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	− 20	− 40	− 60	− 80	
176	—	$\sigma_{0,2}$ = 196 Н/мм², $\sigma_в$ = 390 Н/мм² и 109–136 НВ	110	—	69	12	10	7	Нормализация 940°С. Отпуск 680°С, воздух.

Технологические характеристики					
Температура начала затвердевания стали, °С	1512–1521	Жидкотекучесть	$K_{ж.т}$ = 0,9	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р}$ = 0,9
Линейная усадка, %	2,2–2,3	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у}$ = 1,0	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п}$ = 1,0

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ.	В нормализованном состоянии при 121–126 НВ и $\sigma_в$ = 392 Н/мм² K_v = 1,50 (твердый сплав), K_v = 1,35 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
20Л	**Отливки** — ГОСТ 977–88, ОСТ 26 291–87, ТУ 08.002.05015348–92.

Массовая доля элементов, %								Группа отливок	НД	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S[1]	P[1]	Cr	Ni	Cu			Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,17–0,25	0,20–0,52	0,45–0,90	≤ 0,050 ≤ 0,045 ≤ 0,045	≤ 0,050 ≤ 0,040 ≤ 0,040	—	—	—	I II III	ГОСТ 977–88	735	854	680	835
0,17–0,24	0,17–0,37	0,35–0,65	≤ 0,020	≤ 0,035	≤ 0,25	≤ 0,30	≤ 0,30		ТУ 08.002.05015348–92				

[1] Содержание серы и фосфора указано для основной стали.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Нормализация или Нормализация Отпуск	880–900 880–900 630–650	 Воздух Воздух	До 100	216	412	22	35	49		116–144[2]
ТУ 08.002.05015348–92				Длина и ширина от 100 до 2500, высота от 100 до 3500	196	392	20	45	34		111–156
ДЦ	Отжиг	870–890	С печью	—	Не определяются						—

[2] Данные ЦНИИТМАШ.

Назначение. Шаботы, арматура, детали трубопроводов, фасонные отливки деталей общего машиностроения, изготовляемые методом выплавляемых моделей, детали сварно-литых конструкций с большим объемом сварки и другие неответственные детали, работающие под действием средних статических и динамических нагрузок. Крышки, патрубки, фланцы, арматура и другие детали, работающие при температуре от – 40 до + 450°С под давлением.

Предел выносливости, Н/мм²			Состояние стали	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С				Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	– 20	– 60	– 80	
211	—	10^7	$\sigma_{0,2}$ = 260 Н/мм², $\sigma_в$ = 470 Н/мм².	55–83	41–64	6–12	3–5	Нормализация 870–890°С, воздух. Отпуск 630–650°С, воздух.
196	—	—	$\sigma_{0,2}$ = 280 Н/мм², $\sigma_в$ = 500 Н/мм², 137 НВ.	Отливки сечением 30 мм.				

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1512–1521	Жидкотекучесть	$К_{ж.т}$ = 0,9	Склонность к образованию усадочной раковины	$К_{у.р}$ = 0,9
Линейная усадка, %	2,2–2,3	Показатель трещиноустойчивости	$К_{т.у}$ = 1,0	Склонность к образованию усадочной пористости	$К_{т.п}$ = 1,0

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ.	В нормализованном состоянии при 121–126 НВ и $\sigma_в$ = 392 Н/мм² $К_v$ = 1,50 (твердый сплав), $К_v$ = 1,35 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
25Л	Отливки — ГОСТ 977–88, ОСТ 108 961.03–79, ОСТ 26 291–87, ТУ 108.03.052–86, ТУ 108.00.104–83, ТУ 108.11.158–86, ТУ 108.671–84, ТУ 108–978–80.

Массовая доля элементов, %								Группа отливок	НД	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S[1]	P[1]	Cr	Ni	Cu			Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,22–0,30	0,20–0,52	0,45–0,90	≤ 0,050 ≤ 0,045 ≤ 0,045	≤ 0,050 ≤ 0,040 ≤ 0,040	—	—	—	I II III	ГОСТ 977–88	735	840	680	824
0,22–0,27	0,20–0,52	0,40–0,90	≤ 0,025	≤ 0,025	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,30		ОСТ 108.961.03–79[2]				

[1] Содержание серы и фосфора указано для основной стали.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Нормализация Отпуск	880–900 610–630	Воздух Воздух	До 100	235	441	19	30	39		121–151[3]
	Закалка Отпуск	870–890 610–630	Вода Воздух	До 100	294	491	22	33	34		150–170[3]
ОСТ 108.961.03–79	Нормализация Отпуск	880–930 620–650	Воздух Воздух	До 100	235	441	19	30	KCV 39		121–151
ТУ 108.11.158–86	Нормализация Отпуск	880–930 620–650	Воздух Воздух	От 100 до 800	215	411	19	30	39		
ДД	Отжиг	860–880	С печью	—	Не определяются						—
	Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ и низкий отпуск		Эмульсия	—	Не определяются					Поверхности 55–60	—
	Нормализация	900	Воздух	До 400	305–315	520–530	21–23	27–28	62–64		
	Нормализация Закалка Отпуск	900 890 580	Воздух Вода Воздух	До 400	365	580	22	44	88		

[2] Фасонные отливки для арматуры и трубопроводов, поставляемые по ОСТ 108.961.03–79 подвергаются контролю гидравлическим давлением в соответствии с правилами Госгортехнадзора. Механические свойства по ГОСТ 977–88.
[3] Данные ЦНИИТМАШ.

Назначение. Станины прокатных станов, шкивы, траверсы, поршни, буксы, крышки цилиндров, плиты настильные, рамы рольгангов и тележек, мульды, корпуса подшипников, рычаги, балансиры, зубчатые колеса, маховики, арматура паровых турбин, оси, валы, бабы паровых молотов, детали насосов, детали сварно-литых конструкций и другие детали, работающие под действием средних статических и динамических нагрузок. Крышки, патрубки, фланцы приварные, детали арматуры и насосов и другие детали, работающие при температуре от – 40 до + 450°С под давлением.

Сталь не чувствительна к перегреву.

Предел выносливости, Н/мм²		Состояние стали	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
206	—	$\sigma_{0,2}$ = 235 Н/мм², $\sigma_в$ = 440 Н/мм², 124–151 НВ	48	20	13	12	6	—	Без термообработки.
			54	40	28	25	16	13	Закалка 890°С, вода. Отпуск 630°С, воздух.

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1490–1504	Жидкотекучесть	$K_{ж.т}$ = 1,0	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р}$ = 1,0
Линейная усадка, %	2,2–2,3	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у}$ = 1,0	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п}$ = 1,0

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ.	В термообработанном состоянии при 160 НВ K_v = 1,25 (твердый сплав), K_v = 1,0 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
30Л	Отливки — ГОСТ 977–88, ТУ 108–978–80.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88

C	Si	Mn	S[1]	P[1]	Cr	Ni	Mo	Cu	Группа отливок
0,27–0,35	0,20–0,52	0,45–0,90	≤ 0,050	≤ 0,050	—	—	—	—	I
			≤ 0,045	≤ 0,040					II
			≤ 0,045	≤ 0,040					III

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
735	813	677	796

[1] Содержание серы и фосфора указано для основной стали.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Нормализация	880–900	Воздух	До 100	255	471	17	30	34		131–157[2]
	Отпуск	610–630	Воздух								
	Закалка	860–880	Вода	До 100	294	491	17	30	34		—
	Отпуск	610–630	Воздух								
ДЦ	Отжиг	860–880	С печью	—	Не определяются						—

[2] Данные ЦНИИТМАШ.

Назначение. Корпуса и обоймы турбомашин, детали гидротурбин, рычаги, балансиры, корпуса редукторов, муфты, пиковы, кронштейны, детали сварно-литых конструкций, чаши и конусы засыпных аппаратов, станины, балки, опорные кольца, бандажи, маховики и другие детали, работающие под действием средних статических и динамических нагрузок.

Предел выносливости, Н/мм²		Состояние стали	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
215	—	$\sigma_{0,2}$ = 340 Н/мм², $\sigma_в$ = 640 Н/мм², 187 НВ.							

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1490–1504	Жидкотекучесть	$K_{ж.т}$ = 1,0	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р}$ = 1,0
Линейная усадка, %	2,2–2,3	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у}$ = 1,0	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п}$ = 1,0

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В отожженном состоянии при 160 НВ и $\sigma_в$ = 450 Н/мм² K_v = 1,25 (твердый сплав), K_v = 1,00 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
35Л	**Отливки** — ГОСТ 977–88, ОСТ 26 291–87, ТУ 108.03.052–86.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88									Группа отливок	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S[1]	P[1]	Cr	Ni	Mo	Cu		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,32–0,40	0,20–0,52	0,45–0,90	≤ 0,050 ≤ 0,045 ≤ 0,045	≤ 0,050 ≤ 0,040 ≤ 0,040	—	—	—	—	I II III	730	802	691	795

[1] Содержание серы и фосфора указано для основной стали.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Нормализация Отпуск	860–880 600–630	Воздух Воздух	До 100	275	491	15	25	34	—	137–166[2]
	Закалка Отпуск	860–880 600–630	Вода Воздух	До 100	343	540	16	20	29	—	179–269[2]
ДЦ	Отжиг	850–870	С печью	—	Не определяются					—	—
	Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ и низкий отпуск		Вода		Не определяются					Поверхности 35–40	—
	Поверхностная закалка с нагревом газовым пламенем									Поверхности ≥ 30	—

[2] Данные ЦНИИТМАШ.

Назначение. Корпуса и обоймы турбомашин, станины прокатных станов, зубчатые колеса, детали гидротурбин, тяги, бегунки, бабы паровых молотов, залвижки, балансиры, диафрагмы, катки, вилки, кронштейны и другие детали, работающие под действием средних статических и динамических нагрузок. Для стяжных колец, плавающих головок подогревателей и теплообменников, работающих при температуре от – 30 до + 450°С.

Предел выносливости, Н/мм²		Состояние стали	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С							Термообработка
σ_{-1}	t_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	– 60	
216	—	$\sigma_{0,2}$ = 270 Н/мм², $\sigma_в$ = 490 Н/мм², 137–166 НВ.	29	25	14	—	10	8	—	Без термообработки.
			37	30	29	29	27	19	—	Отжиг при 860°С.
			57–66	—	31–50	—	23–45	—	10–34	Нормализация 860–880°С. Отпуск 600–620°С, выдержка 3 ч, воздух.
			83–104	—	41–87	—	50–69	—	43–61	После нормализации и отпуска закалка 860–870°С в масле. Отпуск 620–630°С, выдержка 3 ч, воздух.

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1480–1490	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 1,0$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{т.р} = 1,2$
Линейная усадка, %	2,2–2,3	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 0,8$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{п.п} = 1,0$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 160 НВ и $\sigma_в$ = 470 Н/мм² K_v = 1,2 (твердый сплав), K_v = 0,9 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
40Л	Отливки — ГОСТ 977–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88									Группа отливок	Температура критических точек, °С				
C	Si	Mn	S[1]	P[1]	Cr	Ni	Mo	Cu		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mн
0,37–0,45	0,20–0,52	0,45–0,90	≤ 0,050 ≤ 0,045 ≤ 0,045	≤ 0,050 ≤ 0,040 ≤ 0,040	—	—	—	—	I II III	735 720	810 800	690 700	— —	300 360

[1] Содержание серы и фосфора указано для основной стали.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Нормализация	860–880	Воздух	До 100	294	520	14	25	29	—	146–173[2]
	Отпуск	600–630	Воздух								
	Закалка	860–880	Вода	До 100	343	540	14	20	29	—	—
	Отпуск	600–630	Воздух								
ДЦ	Отжиг	850–870	С печью	—	Не определяются					—	—

[2] Данные ЦНИИТМАШ.

Назначение. Станины, корпуса, муфты, тормозные диски, шестерни, кожухи, вилки, звездочки и др.

Предел выносливости, Н/мм²		Состояние стали	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С					Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	
225	—	$\sigma_{т.2}$ = 290 Н/мм², $\sigma_в$ = 520 Н/мм², 146–173 НВ.						

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1480–1490	Жидкотекучесть	$K_{ж.т}$ = 1,0	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{т.р}$ = 1,2
Линейная усадка, %	2,2–2,3	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у}$ = 0,8	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п}$ = 1,0

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, ГАД. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В термообработанном состоянии при 173 НВ и $\sigma_в$ = 520 Н/мм² K_v = 1,1 (твердый сплав), K_v = 1,0 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
45Л	Отливки — ГОСТ 977–88, ОСТ 26 291–87, ТУ 108.03.052–86.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88									Группа отливок	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S[1]	P[1]	Cr	Ni	Mo	Cu		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,42–0,50	0,20–0,52	0,45–0,90	≤ 0,050 ≤ 0,045 ≤ 0,045	≤ 0,050 ≤ 0,040 ≤ 0,040	—	—	—	—	I II III	725	770	690	720

[1] Содержание серы и фосфора указано для основной стали.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Нормализация	860–880	Воздух	До 100	314	540	12	20	29	—	153–229[2]
	Отпуск	600–630	Воздух или печь								
	Закалка	860–880	Вода	До 100	392	589	10	20	25	—	220–260[2]
	Отпуск	600–630	Воздух								
ДЦ	Отжиг	850–870	С печью	—	Не определяются					—	—
	Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ и низкий отпуск		Вода	—	Не определяются					Поверхности 40–55	—

[2] Данные ЦНИИТМАШ.

Назначение. Станины, зубчатые колеса и венцы, тормозные диски, муфты, кожухи, опорные катки, рычаги, звездочки, храповики, хомяки, направляющие водила, кулачки и другие ответственные детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности и высокого сопротивления износу и, работающие под действием статических и динамических нагрузок. Стяжные кольца плавающих головок подогревателей и теплообменников, работающие при температуре от – 30 до + 450°С под давлением.

Сталь чувствительна к перегреву.

Предел выносливости, Н/мм²		Состояние стали	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
229	—	$\sigma_{0,2}$ = 310 Н/мм², $\sigma_в$ = 660 Н/мм², 187 НВ.							
245	—	$\sigma_{0,2}$ = 340 Н/мм², $\sigma_в$ = 640 Н/мм², 179 НВ.							
274	—	$\sigma_{0,2}$ = 475 Н/мм², $\sigma_в$ = 730 Н/мм², 207 НВ.							

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1480–1490	Жидкотекучесть	$K_{ж.т}$ = 1,0	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р}$ = 1,2
Линейная усадка, %	2,2–2,3	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у}$ = 0,8	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п}$ = 1,0

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 200 НВ и $\sigma_в$ = 540 Н/мм² K_v = 1,0 (твердый сплав), K_v = 0,7 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
50Л	Отливки — ГОСТ 977–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88									Группа отливок	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S[1]	P[1]	Cr	Ni	Mo	Cu		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,47–0,55	0,20–0,52	0,45–0,90	≤ 0,040 ≤ 0,035 ≤ 0,030	≤ 0,040 ≤ 0,035 ≤ 0,030	—	—	—	—	I II III	725	760	690	750

[1] Содержание серы и фосфора указано для основной стали.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Нормализация Отпуск	860–880 600–630	Воздух Воздух	До 100	334	569	11	20	25	—	170–199[2]
	Закалка Отпуск	860–880 600–630	Вода Воздух	До 100	392	736	14	20	29	—	220–260[2]
ДЦ	Отжиг	830–850	С печью	—	Не определяются					—	—
	Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ Отпуск	— 160–180 350–400 500–550	Вода или эмульсия Воздух Воздух Воздух	—	Не определяются					Поверхности ≥ 55 40–48 30–40	—

[2] Данные ЦНИИТМАШ.

Назначение. Зубчатые колеса и муфты подъемно-транспортных машин, ходовые колеса, бегунки, зубчатые сектора и венцы, полумуфты, скаты, тормозные диски раздвижных машин, втулки зубчатых муфт и другие детали, к которым предъявляются требования повышенной твердости.

Предел выносливости, Н/мм²		Состояние стали	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С							Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+20	0	−20	−30	−40	−50	−60	
245	—	$\sigma_{0,2}$ = 330 Н/мм², $\sigma_в$ = 570 Н/мм², 156–190 НВ.	8	7	7	7	7	7	—	Без термообработки.
			30	—	17	12	—	8	—	Нормализация с 850°С, отпуск при 550–600°С.
			34–60	—	6–11	—	6–12	—	10–23	Нормализация 860–880°С, охлаждение на воздухе до 300–350°С, 2 ч, отпуск 600–620°С, выдержка 3 ч, охлаждение 1 ч в печи до 500°С, далее воздух.
			40–59	—	28–39	—	19–31	—	10–23	После нормализации и отпуска закалка 860–870°С в масле. Отпуск 620–630°С, выдержка 3 ч, воздух.

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1466–1476	Жидкотекучесть	$K_{ж.т}$ = 0,9	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р}$ = 1,3
Линейная усадка, %	2,2–2,3	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у}$ = 0,6	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п}$ = 1,0

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В термообработанном состоянии при 196–207 НВ и $\sigma_в$ = 600 Н/мм² K_v = 0,70 (твердый сплав), K_v = 0,55 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
70Л	Отливки — НД заводов-изготовителей

Массовая доля элементов, %										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Ti	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,65–0,75	0,17–0,37	≤ 0,40	≤ 0,045	≤ 0,045	≤ 0,30	≤ 0,30	—	—	—	730	745	690	725

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ДД	Отжиг	800–820	С печью	—	Не определяются						—
	Нормализация Отпуск	820–840 630–650	Воздух С печью	До 100	343	392	6	—	—		≤ 255
	Закалка Отпуск	800–820 450–500	Вода Воздух	До 100	Не определяются						280–380

Назначение. Ходовые колеса диаметром до 1000 мм мостовых кранов большой грузоподъемности.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1466–1476	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 1,0$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,3$
Линейная усадка, %	2,2–2,3	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 0,6$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 1,0$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отожженном состоянии при 240–250 НВ $K_v = 0,55$ (твердый сплав), $K_v = 0,35$ (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
20ГЛ	Отливки — ГОСТ 977–88, ГОСТ 21357–87.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Ti	Cu
0,15–0,25	0,20–0,40	1,20–1,60	≤ 0,040	≤ 0,040	—	—	—	—	—

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 21357–87

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Ti	Cu
0,17–0,25	0,30–0,50	1,10–1,40	≤ 0,030	≤ 0,030	≤ 0,30	≤ 0,30	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mn^1
720	860	—	—	420

[1] Температура нагрева 900°С.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{т,д}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCV_{-60}, Дж/см²	НВ
					не менее						
ГОСТ 977–88	Нормализация	880–900	Воздух	До 100	275	540	18	25	49	—	—
	Отпуск	600–650	Воздух								
	Закалка	870–890	Вода	До 100	334	530	14	25	38	—	—
	Отпуск	620–650	Воздух								
ГОСТ 21357–87	Нормализация	920–940	Воздух	—	300	500	20	35	29[1]	20	—
	Закалка	920–940	Вода	—	400	550	15	30	29[2]	20	—
	Отпуск	600–620	Воздух								
ДЦ	Отжиг	890–910	С печью	—	Не определяются					—	—
	Закалка	910–930	Вода	До 100	441	637	10	20	49	—	197–277
	Отпуск	480–640	Воздух								

[2] KCU при минус 60°С.

Назначение. Диски, звездочки, зубчатые венцы, барабаны и др. детали, к которым предъявляются требования по прочности и вязкости, работающие под действием статических и динамических нагрузок, а также для ответственных литых деталей автосцепного устройства и тележки грузовых вагонов, работающих при температурах до минус 60°С.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1490–1501	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 0,8$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,1$
Линейная усадка, %	2,2	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 1,0$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ.	В закаленном и отпущенном состоянии при 197–277 НВ и $\sigma_в = 637$ Н/мм²: $K_т = 1,15$ (твердый сплав), $K_т = 1,0$ (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
35ГЛ	Отливки — ГОСТ 977–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Ti	Cu
0,30–0,40	0,20–0,40	1,20–1,60	≤ 0,040	≤ 0,040	—	—	—	—	—

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	M_n[1]
730	800	—	—	355

[1] Температура нагрева 900°С.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Нормализация	880–900	Воздух	До 100	294	540	12	20	29		—
	Отпуск	600–650	Воздух								
	Закалка	850–860	Вода	До 100	343	589	14	30	49		—
	Отпуск	600–650	Воздух								
ДЦ	Отжиг	860–880	С печью	—	Не определяются						

Назначение. Диски, звездочки, зубчатые венцы, барабаны, шкивы, крестовины, траверсы, ступицы, вилки. Ковши драглайнов, решетчатые стрелы и другие тяжелонагруженные детали экскаваторов, крышки подшипников, цапфы. Щеки дробилок, бандажи бегунов и другие детали дробильно-размольного оборудования.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 60	
			80	—	71	—	41	16	Нормализация 900°С. Отпуск 650°С
			52	—	—	—	29	29	Отжиг 900°С, 3 ч. Нормализация 900°С, 2–3 ч. Отпуск 650°С, 2–3 ч, воздух.

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1497–1508	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,1$
Линейная усадка, %	2,2–2,4	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 1,0$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В отожженном состоянии при 202–207 НВ $K_v = 0,75$ (твердый сплав), $K_v = 0,55$ (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
45ГЛ	Отливки — ГОСТ 977–88, ТУ 24–1–12–181–75.

Массовая доля элементов, %								НД	Температура критических точек, °С				
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu		Ac_3	Ac_1	Ar_1	Ar_3	Mn
0,40–0,50	0,20–0,50	0,80–1,20	≤ 0,040	≤ 0,040	—	—	—	ГОСТ 977–88	724	775	675	—	320
0,40–0,50	0,20–0,45	0,90–1,20	≤ 0,040	≤ 0,040	≤ 0,40	≤ 0,45	≤ 0,30	ТУ 24–1–12–181–75					

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Нормализация	870–890	Воздух	До 100	334	579	14	25	29		—
	Отпуск	570–600	Воздух								
	Закалка	840–860	Вода или масло	До 100	334	628	13	20	29		—
	Отпуск	600–650	Воздух								
ТУ 24–1–12–181–75	Отжиг	850–870	С печью		Не определяются						—
	Закалка	860–880	Вода	До 100	490	690	10	25	39		217–269
	Отпуск	580–600	Вода								
	Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ и низкий отпуск		Вода, водный раствор глицерина		Не определяются					Поверхности 40–55	—
	Поверхностная закалка с нагревом газовым пламенем									Поверхности ≤ 40	

Назначение. Блоки, колеса, звездочки, кулачковые муфты крупные зубчатые венцы и др.

Сталь имеет повышенную склонность к трещинам.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1490–1501	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 0,8$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,1$
Линейная усадка, %	2,2	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 1,0$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В закаленном и отпущенном состоянии при 241–278 НВ и $\sigma_в$ = 850–980 Н/мм² K_v = 0,65 (твердый сплав), K_v = 0,5 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
32Х06Л	Отливки — ГОСТ 977–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Ti	Cu
0,25–0,35	0,20–0,40	0,40–0,90	≤ 0,050	≤ 0,050	0,50–0,80	—	—	—	—

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mn^1
755	810	—	—	350

[1] Температура нагрева 850°С.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Закалка	890–910	Масло	До 100	441	638	10	20	49	—	—
	Отпуск	620–660	Воздух								

Назначение. Различные детали вагоностроения, а также кронштейны, балансиры, катки , другие ответственные детали со стенкой толщиной до 50 мм и общей массой детали до 80 кг.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
			88–138	—	30–84	—	—	—	Отжиг 880–890°С. Закалка 910–920°С, масло. Отпуск 580–590°С, воздух. Отливка сечением 30 мм.
			51	—	22	13	8	—	Нормализация 900°С, выдержка, 2–2,5 ч. Отливка сечением 20 мм.
			80	—	70	67	58	—	Закалка, вода. Отпуск 650°С, вода. Отливка сечением 20 мм.

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1500	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 1,6$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{т.р} = 0,8$
Линейная усадка, %	1,8	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.т} = 0,2$	Склонность к образованию усадочной пористости	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.	В закаленном и отпущенном состоянии при 196–207 НВ и $\sigma_в$ = 638 Н/мм² K_v = 1,1 (твердый сплав). K_v = 0,8 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
40ХЛ	Отливки — ГОСТ 977–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88										Температуры критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,35–0,45	0,20–0,40	0,40–0,90	≤ 0,040	≤ 0,040	0,80–1,10	—	—	—	—	743	782	693	730

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Закалка Отпуск	850–870 600–650	Масло Воздух	До 100	491	638	12	25	39		—
Д01	Отжиг	820–840	С печью	—	Не определяются						160–229
	Нормализация Отпуск	850–860 600–650	Воздух Воздух	До 100	294	—	12	—	29		170–230

Назначение. Фасонные отливки небольших размеров сложной конфигурации, изготовляемые по выплавляемым моделям; отливки простой конфигурации, отливаемые в земляные формы и др. Зубчатые колеса, бандажи, секции вагоноопрокидывателей и другие детали, к которым предъявляются требования повышенной твердости.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
			57–94	—	47–58	20–60	20–38	12–30	Нормализация 880–900°С. Закалка 870–880°С, масло, отпуск 630–640°С, воздух.

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1497–1508	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 0,6$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,1$
Линейная усадка, %	2,2–2,3	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 1,0$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В закаленном и отпущенном состоянии при 196–207 НВ и $\sigma_в$ = 630 Н/мм² $K_т$ = 1,1 (твердый сплав), $K_т$ = 0,6 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
70ХЛ	Отливки — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,65–0,75	0,25–0,45	0,55–0,85	≤ 0,040	≤ 0,050	0,80–1,00	≤ 1,00	—	—	—	730	745	690	725

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ДП	Отжиг	830–850	С печью	—	Не определяются						—
	Нормализация	840–860	Воздух	—							≥ 127
	Отпуск	630–650	С печью								

Назначение. Футеровка шаровых мельниц, бегунки и другие детали простой конфигурации, к которым предъявляются требования повышенной износостойкости.

Сталь рекомендуется применять взамен стали марки 110Г13Л, когда требуется механическая обработка отливки.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	t_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1458–1469	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,0$
Линейная усадка, %	2,2–2,3	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 0,6$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 1,0$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В закаленном и отпущенном состоянии при 262–269 НВ и $\sigma_в \geq 686$ Н/мм² $K_v = 0,55$ (твердый сплав), $K_v = 0,35$ (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
45ФЛ	**Отливки** — ГОСТ 977–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88										Температура критических точек, °С				
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	N	V	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mn
0,42–0,50	0,20–0,52	0,40–0,90	≤ 0,040	≤ 0,040	—	—	—	0,05–0,10	—	720–740	840	730	825	360

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	σ_b, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Нормализация	880–920	Воздух	До 100	392	589	12	20	29	—	≥ 160[1]
	Отпуск	600–650	С печью								
	Закалка	880–920	Вода	До 100	491	687	12	20	29	—	—
	Отпуск	600–650	Воздух								
ДЦ	Отжиг	880–920	С печью	—	Не определяются					—	—
	Нормализация (3 ч)	940	Воздух	—	580	710	18	26	36	—	—

[1] Данные ЦНИИТМАШ.

Назначение. Корпуса редукторов угольных комбайнов, износостойкие детали для тракторов и металлургического оборудования, а также другие детали машиностроения.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1495	Жидкотекучесть		Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %	1,9	Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	
Объемная усадка, %	3,5				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном и отпущенном состоянии при ≥ 160 НВ и σ_b = 600 Н/мм² K_v = 0,82 (твердый сплав), K_v = 0,76 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
20ГСЛ	Отливки — ГОСТ 977–78, ТУ 108–671–84, ТУ 108–817–79, ТУ 108–978–80, ТУ 108–06–104–83, ТУ 108–11–158–86, ТУ 108–1091–82, ТУ 108–1292–84, ТУ 26–06–166–82.

Массовая доля элементов, %								НД	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,16–0,22	0,60–0,80	1,0–1,3	≤ 0,030	≤ 0,030	—	—	—	ГОСТ 977–88	700	840	620	780
0,16–0,22	0,60–0,80	1,0–1,3	≤ 0,025	≤ 0,025	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,30	ТУ 108–1292–84[1]				
0,16–0,22	0,60–0,80	1,0–1,3	≤ 0,030	≤ 0,030	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,30	ТУ 108–1091–82[1]				

[1] В сталях, выплавляемых на чистой шихте содержание примесей не должно быть более: S – 0,020%, P – 0,020%, Ni – 0,20%, Cu – 0,20%. Суммарное содержание S и P не должно быть более 0,050% при всех возможных случаях. При выплавке на чистой шихте наименование марки стали дополняется индексом АА.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Нормализация Отпуск	870–890 570–600	Воздух Воздух	100	294	540	18	30	29	—	124–151[2]
ТУ 108–06–104–83	Нормализация Отпуск	880–930 630–660	Воздух Воздух	—	275	490	18	30	29	—	—
ТУ 108–817–79				Более 100	215	450	15	27	29	—	—
ТУ 108–1091–82				Более 100, но не более 800	275	470	16	30	39	—	—
ТУ 108–1292–84	Нормализация Отпуск	880–930 630–660		—	275	490	18	30	29	—	—
ДЦ	Отжиг	890–910	Печь	—	294	490	25	40	59	—	≤ 143

[2] Данные ЦНИИТМАШ.

Назначение. Отливки для деталей гидротурбин, фасонные отливки арматуры и трубопроводов ТЭС и АЭС и др.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
			22	—	8	8	6	5,5	Без термообработки.
			96	73	59	55	46	39	Отжиг при 890°С.

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1482 – 1493	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,2$
Линейная усадка, %	2,2 – 2,8	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 1,0$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 1,0$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 156 НВ и $\sigma_в = 540$ Н/мм² $K_v = 1,0$ (твердый сплав), $K_v = 0,85$ (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Не склонна

Марка стали	Вид поставки
30ГСЛ	Отливки — ГОСТ 977–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu
0,25–0,35	0,60–0,80	1,10–1,40	≤ 0,040	≤ 0,040	—	—	—

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mn^1
750	870	—	—	355

[1] Температура нагрева 925°С.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{т.т}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Нормализация	870–890	Воздух	До 100	343	589	14	25	29	—	≥ 156[2]
	Отпуск	570–600	Воздух								
	Закалка	920–950	Вода	До 100	392	638	14	30	49		—
	Отпуск	570–650	Воздух								
ДЦ	Отжиг	880–920	С печью	—	Не определяются						—

[2] Данные ЦНИИТМАШ.

Назначение. Лопасти гидротурбин, зубчатые венцы и колеса, втулки, ролики, обоймы, рычаги, фланцы, шкивы, сектора, колонны, детали сварно-литых конструкций с большим объемом сварки и др.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1482–1493	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,2$
Линейная усадка, %	2,2–2,3	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 1,0$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 1,0$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ.	В нормализованном и отпущенном состоянии при ≥ 156 НВ и $\sigma_в = 520$ Н/мм²: $K_v = 1,0$ (твердый сплав), $K_v = 0,9$ (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
80ГСЛ	Отливки — ТУ 24–1–12–182–75.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 24–1–12–182–75									Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,60–1,10	0,80–1,20	1,00–1,50	≤ 0,050	≤ 0,050	≤ 0,50	≤ 0,50	—	—	—	—	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 24–1–12–182–75	Отпуск (перед отрезкой прибыли)	650–670	С печью, затем на воздухе	До 100	Не определяются						217–302

Назначение. Футеровка шаровых мельниц.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1436–1466	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 1,1$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,3$
Линейная усадка, %	2,1–2,2	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 1,1$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 1,5$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В отпущенном состоянии при 241–255 НВ и $\sigma_в = 1040$ Н/мм² $K_v = 0,55$ (твердый сплав), $K_v = 0,35$ (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
20ХМЛ	Отливки — ГОСТ 977–88, ОСТ 108.961.02–79, ОСТ 108.961.04–80, ТУ 26-02-19-75.

Массовая доля элементов, %

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Fe	Cu	НД
0,15–0,25	0,20–0,42	0,40–0,90	≤ 0,040	≤ 0,040	0,40–0,70	—	0,40–0,60	основа	—	ГОСТ 977–88
0,15–0,22	0,20–0,45	0,50–0,80	≤ 0,025	≤ 0,025	0,50–0,80	≤ 0,30	0,40–0,60	основа	≤ 0,30	ОСТ 108.961.02–79

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Мн[1]
745	845	—	—	435

[1] Температура нагрева 920°С.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 977–88	Нормализация	880–890	Воздух	До 100	245	441	18	30	29	—	149–229[2]
	Отпуск	600–650	Воздух								
ОСТ 108.961.02–79	Нормализация	880–900	Воздух	150 × 170	250	470	18	30	29	—	135–180
	Отпуск	600–650	Воздух								
ОСТ 108.961.04–80	Нормализация	880–910	Воздух	—	245	461	18	30	29	—	135–180
	Отпуск	620–650	Воздух, печь								

[2] Данные ЦНИИТМАШ.

Назначение. Фланцы, шестерни, крестовины, втулки, зубчатые колеса, цилиндры и другие детали, работающие от – 40 до + 540°С. Детали паровых и газовых турбин, арматура и детали трубопроводов, работающие при температурах до 500–540°С.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1494–1506	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 1,1$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,1$
Линейная усадка, %	2,2–2,3	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 0,8$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 1,0$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, и КТ. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 149–229 НВ и $\sigma_в = 440$ Н/мм² $K_т = 1,1$ (твердый сплав), $K_т = 0,8$ (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
35ХМЛ	Отливки — ГОСТ 977–88, ГОСТ 21357–87, ТУ 26–06–166–82.

Массовая доля элементов, %									НД	Температура критических точек, °С				
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu		Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1	Мн[1]
0,30–0,40	0,20–0,40	0,40–0,90	≤ 0,040	≤ 0,040	0,80–1,10	—	0,20–0,30	—	ГОСТ 977–88	730–757	780–802	693	750	385
0,30–0,40	0,20–0,40	0,40–0,90	≤ 0,020	≤ 0,020	0,90–1,10	≤ 0,03	0,20–0,30	≤ 0,30	ГОСТ 21357–87	[1] Температура нагрева 850°С.				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCV_{-60}, Дж/см²	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Нормализация	860–880	Воздух	До 100	392	589	12	20	29	—	—
	Отпуск	600–650	Воздух								
	Закалка	860–870	Вода или масло	До 100	540	687	12	25	39	—	—
	Отпуск	600–650	Воздух								
ГОСТ 21357–87	Закалка	890–910	Масло или вода	—	600	700	10	18	30[2]	20	—
	Отпуск	620–640	Воздух								
ДЦ	Отжиг	850–870	С печью	—	Не определяются						160–229

[1] KCU при минус 60°С.

Назначение. Шестерни, крестовины, втулки, зубчатые венцы, детали насосов и другие детали, работающие с повышенными нагрузками и требующие повышенной твердости. Ответственные литые детали горнометаллургического оборудования, работающие при температурах до – 60°С.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С								Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	– 60	– 80	
			33	17	9	7	7	7	—	—	—
			—	—	30–44	—	24–38	—	9–30	12–19	Нормализация 880–890°С. Отпуск 600°С, воздух. Сечение до 30 мм.

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1486–1498	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 1,0$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,1$
Линейная усадка, %	2,2–2,3	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 0,8$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 1,0$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В термообработанном состоянии при 174–179 НВ и $\sigma_в$ = 850–980 Н/мм² $K_т$ = 0,80 (твердый сплав), $K_у$ = 0,75 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
35ХНЛ	Отливки — ТУ 24–1–12–181–75.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 24–1–12–181–75

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	B	Cu
0,30–0,38	0,20–0,42	0,40–0,90	≤ 0,040	≤ 0,040	0,50–0,80	0,70–0,90	—	—	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_3	Ac_1	Ar_3	Ar_1	Mn^1
708	754	—	—	340

[1] Температура нагрева 845°С.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 24–1–12–181–75	Закалка Отпуск	860–880 580–630	Вода	< 100	490	686	12	25	39	—	207–269
	Нормализация	920	Воздух	—	450	680	19	29	55	—	—

Назначение. Шестерни, крестовины, втулки, зубчатые колеса и др.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
470	—	10^5		39–108	—	26–64	22–56	15–46	—	Закалка 860–880°С. Отпуск 580–630°С.
328	—	10^6								
314	—	10^7		55	—	—	34	—	—	Нормализация 920°С.

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1550–1580	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,3$
Линейная усадка, %	2,2	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 1,3$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 1,0$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием]	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.	После закалки и отпуска при 217–269 НВ и $\sigma_в$ = 690–900 Н/мм² $K_{т.} = 0,72$ (твердый сплав), $K_{т.} = 0,63$ (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
40ХНЛ	Отливки — ГОСТ 977–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu
0,35–0,45	0,20–0,50	0,40–0,90	≤ 0,040	≤ 0,040	0,50–0,80	1,0–1,5	—	—	—

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	M_H[1]
708	754	—	—	340

[1] Температура нагрева 845°С.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Нормализация	860–900	Воздух		Не определяются						207–269[2]
	Отпуск	550–650	Воздух								
	Закалка	830–870	Масло	До 100	481	672	12	25	38		—
	Отпуск	550–650	Воздух								

[2] Данные ЦНИИТМАШ.

Назначение. Шестерни, крестовины, втулки, зубчатые колеса и др.

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка	Ударная вязкость, KCV, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
470	—	10^5		38–108	—	27–60	22–50	15–30	—	Закалка 830–870°С. Отпуск 550–650°С
328	—	10^6								
314	—	10^7								

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1550–1580	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,3$
Линейная усадка, %	2,2	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 1,3$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{п.п} = 1,0$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.	После закалки и отпуска при 217–269 НВ и $\sigma_в = 690–900$ Н/мм² $K_v = 0,65$ (твердый сплав), $K_v = 0,5$ (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
15Г2ХФЛ	Отливки — ТУ 24.11045–98.

Массовая доля элементов[1], %, по ТУ 24.11045–98

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	V
0,13–0,16	0,20–0,50	0,90–1,50	≤ 0,020	≤ 0,025	0,20–0,80	≤0,30	—	≤ 0,30	0,05–0,10

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
730	830	680	760

[1] По расчету вводится не более Ce – 0,06%, Ca – 0,02%, Zr – 0,10% и Al – 0,06%.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	HRC	НВ
					не менее						
ТУ 24.11045–98	Отжиг	1000	Печь		Не определяются						
	Нормализация	920–950	Воздух	До 100	260	450	15	35	50		
	Отпуск	620–650	Печь или воздух								
ДЦ					Центробежно-литая заготовка						
	Отпуск	650	Печь или воздух	ø[2] 1515	Плавка ЭГ 116						
	Нормализация	920–950	Воздух	толщина 107	260–270	450–460	28–31	67–69	322–368	—	126
	Отпуск	620–650	Печь или воздух	длина 5100	Плавка ЭГ 264						
					279	482–505	26–30	62–72	139–192	—	137

[2] Диаметр нагружения.

Назначение. Грудные, ведущие, сеткоповоротные, сетконаправляющие валы сеточной части; сетковедущие, сукноведущие валы прессовой части и сукноправильные валки сушильной части бумагоделательных машин.

Предел выносливости, Н/мм²			Среда	Ударная вязкость, KCV, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
205	—	10^3	Воздух	90–115	—	—	—	21–28	—	Отжиг 1000°С, печь. Нормализация 950°С, воздух. Нормализация 820°С, воздух. Отпуск 620°С, воздух.

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1450–1475	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 1,14$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,2$
Линейная усадка, %	2,2–2,3	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 1,1$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 1,0$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном и отпущенном состоянии при $\sigma_в = 460$ Н/мм² $K_v = 1,65$ (твердый сплав), $K_v = 1,38$ (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
20ГСФЛ	Отливки — ТУ 108–978–80.

Массовая доля элементов[1], %, по ТУ 108–978–80

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	V
0,18–0,22	0,60–0,83	1,00–1,40	≤ 0,030	≤ 0,030	≤ 0,30	≤0,40	—	≤ 0,30	0,10–0,20

[1] Допускаются отклонения по C $^{+0,02\%}_{-0,10\%}$; по Mn, Si, Cu ± 0,1% и по Cr + 0,20%.

Температура критических точек, °C

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
720	840	605	740

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ТУ 108–978–80				—	320	500	14	30	40		124–163
ДЦ	Отжиг	1000	Печь		Не определяются						
	Нормализация и/или	970	Воздух	До 100	376	575	27	62,5			
	Нормализация	810	Воздух								
	Отпуск	620									

Назначение. Корпусные детали гидротурбин, лопасти гидротурбин с облицовкой. Детали повышенной прочности и детали, работающие при температуре 450°С.

Предел выносливости, Н/мм²			Среда	Ударная вязкость, KCV, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
200	—	10^7	Воздух	60–70	—	—	—	23–40	—	Отжиг 1000°С, 10 ч + нормализация 970°С, 9 ч + отпуск 620°С, 24 ч.
				108–129	—	—	—	29–39	—	Отжиг 1000°С, 10 ч + нормализация 970°С, 9 ч + нормализация 810°С, 12 ч + отпуск 620°С, 24 ч.

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1485 – 1498	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 0,89$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,19$
Линейная усадка, %	2,2 – 2,7	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 1,0$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 0,99$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 156 НВ и $\sigma_в = 520$ Н/мм²: $K_v = 1,0$ (твердый сплав), $K_v = 0,9$ (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
35ХГСЛ	Отливки — ГОСТ 977–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88									Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	Ae_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,30–0,40	0,60–0,80	1,00–1,30	≤ 0,040	≤ 0,040	0,60–0,90	—	—	—	765	840	720	710

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Нормализация	870–890	Воздух	До 100	343	589	14	25	29	—	—
	Отпуск	570–600	Воздух								
	Закалка	870–880	Вода или масло	До 100	589	785	10	20	39	—	—
	Отпуск	630–670	Воздух								

Назначение. Зубчатые колеса, звездочки, оси, валы, муфты и другие ответственные детали, к которым предъявляются требования повышенной износостойкости.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+20	0	–20	–30	–40	–60	
			30–53	—	8–58	—	8–29	6–18	Нормализация 870–890°С. Отпуск 570–600°С.
			28–40	—	10–22	—	8–19	6–14	Закалка 870–890°С, масло. Отпуск 630–670°С.

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1486–1495	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,1$
Линейная усадка, %	2,2–2,3	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 0,7$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 1,0$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способ сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В отожженном состоянии 174–183 НВ и $\sigma_в = 520$ Н/мм² $K_v = 0,9$ (твердый сплав), $K_v = 0,7$ (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
25Х2НМЛ	Отливки — ГОСТ 21357–87.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 21357–87

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu
0,22–0,30	0,20–0,40	0,50–0,80	≤ 0,020	≤ 0,020	1,60–1,90	0,60–0,90	0,20–0,30	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mn^1
720	800	—	—	320

[1] Температура нагрева 860°С.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU_{-60}, Дж/см²	KCV_{-60}, Дж/см²	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 21357–87	Отжиг	850–870	С печью		Не определяются						
	Закалка	860–880	Вода	До 100	700	800	12	25	30	25	—
	Отпуск	580–600	Воздух								

Назначение. Литые детали, работающие при температуре до – 70°С (ответственные сварно-литые конструкции больших сечений карьерных и шагающих экскаваторов).

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Место вырезки образцов из отливки толщиной до 300 мм	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}			+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 70	
			Поверхность	75	—	—	—	53	—	Закалка с 860–880°С, вода и отпуск при 580–600°С, воздух.
			Центр	70	—		—	41	—	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1475–1485	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,3$
Линейная усадка, %	2,1–2,2	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 1,3$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 1,0$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.	В состоянии закалки и отпуска при $\sigma_в$ = 800 Н/мм² K_v = 0,63 (твердый сплав), K_v = 0,36 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
27ХН2МФЛ	Отливки — ГОСТ 21357–87.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 21357–87

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	V
0,23–0,30	0,20–0,42	0,60–0,90	≤ 0,020	≤ 0,020	0,80–1,20	1,65–2,00	0,30–0,50	≤ 0,30	0,08–0,15

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1	Мн[1]
680	800	—	—	325

[1] Температура нагрева 830°С.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU_{+20}, Дж/см²	KCV_{+20}, Дж/см²	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 21357–87	Закалка	880–920	Вода	Дп 100	800	1000	10	22	30	20	≤ 265
	Отпуск	570–590	Воздух								

Назначение. Цельнолитые зубья и элементы их крепления (скобы, клинья) одноковшовых экскаваторов.

Применяют как износостойкую сталь.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
—	—	—	70	66	62	—	55	42	Закалка с 900–920°С, вода, отпуск при 600°С.

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1490–1505	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,3$
Линейная усадка, %	2,1–2,2	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 1,3$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{п.п} = 1,0$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.	В закаленном и отпущенном состоянии при ≤ 265 НВ и $\sigma_в = 1000$ Н/мм² $K_v = 0,50$ (твердый сплав)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
30ХШМЛ	Отливки — ГОСТ 977–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu
0,25–0,35	0,20–0,40	0,40–0,90	≤ 0,040	≤ 0,040	1,30–1,60	1,30–1,60	0,20–0,30	—

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mn^1
730	770	—	—	340

[1]Температура нагрева 850°С.

Механические свойства при комнатной температуре

ВД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 977–88	Нормализация	860–880	Воздух	—	540	687	12	20	29	—	—
	Отпуск	600–650	Воздух								
	Закалка	860–870	Масло	—	638	785	10	20	39	—	—
	Отпуск	600–650	Воздух								
ЛВД	Отжиг	820–840	С печью		Не определяются						
	Закалка	840–860	Вода	До 100	686	784	10	20	39	—	234–302
	Отпуск	580–600	Вода								
	Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ и низкий отпуск		Вода, водный раствор глицерина	—	Не определяются					Поверхности 38–55	—

Назначение. Зубчатые венцы, зубчатые колеса и другие сильно нагруженные детали. Ответственные нагруженные детали, к которым предъявляются требования высокой прочности и достаточной вязкости, работающие под действием статических и динамических нагрузок при температуре до 400°С.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1480–1493	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,3$
Линейная усадка, %	2,1–2,2	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 1,3$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 1,0$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В закаленном и отпущенном состоянии при 217–269 НВ и $\sigma_в$ = 690–900 Н/мм² $K_т$ = 0,7 (твердый сплав), $K_т$ = 0,65 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малокорпна

Марка стали	Вид поставки
08ГДНФЛ	Отливки — ГОСТ 977–88, ТУ 108.11.589–87, ТУ 108–989–80.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu
≤ 0,10	0,15–0,40	0,60–1,00	≤ 0,035	≤ 0,035	—	1,15–1,55	—	0,10 по расчету	0,80–1,20

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
680–700	860–885	550–620	710–750

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88 ТУ 108.11. 589–87	Нормализация	920–950	Воздух	До 100	343	441	18	30	50	—	≥ 130
	Нормализация	920–950	Воздух								
	Отпуск	590–650	Воздух								
ТУ 108–989–80				Толщина стенки ≥ 100	340	440	20	45	34[1]	—	—
				диаметр более 1200					49[2]		

[1] KCV при минус 40°С (мартеновская сталь).

[2] KCV при минус 40°С (электросталь).

Назначение. Литые детали, работающие при температуре до – 60°С. Детали судостроения с толщиной стенки до 800 мм и черновой массой до 90 т, а также отливки опорного кольца корпуса реактора и сварные конструкции, ответственные детали со стенкой до 700 мм, к которым предъявляются требования высокой вязкости и достаточной прочности.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
			186–220	—	71–176	68–169	43–51	6–18	Нормализация 920–930°С. Отпуск 580–600°С.

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1515	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 1,8$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,0$
Линейная усадка, %	2,1	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 0,8$	Склонность к образованию усадочной пористости	—

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. При значительном объеме сварки рекомендуется последующий отпуск.	В нормализованном и отпущенном состоянии при ≥ 130 НВ и $\sigma_в$ = 440 Н/мм² $K_т$ = 1,6 (твердый сплав), $K_т$ = 1,3 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
05Г4ДМФЛ	Отливки — ТУ 108.11.817–85

Массовая доля элементов[1], %, по ТУ 108.11.817–85

C	Si	Mn	S	P	Ti	Ni	Mo	Cu	V
≤ 0,05	0,30–0,60	3,20–3,70	≤ 0,020	≤ 0,020	≤ 0,020	≤ 0,30	0,20–0,40	0,15–0,40	0,08–0,15

[1] Допускаются отклонения по Si, Mo ± 0,05%; по Mn, Ni, Cu ± 0,15%.
В сталь должно вводиться на 1 т жидкого металла 0,8–1,0 кг Al.

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Мн	Мк
710–730	830–870	—	—	460–490	370–390

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	ТВ
					не менее						
ТУ 108.11.817–85	Аустенизация	940–960	Воздух	До 500	Не определяются						
	Нормализация	920–950	Вода		500	650	12	30	30		
	Отпуск	630–650	Воздух								
Приведены результаты исследований ступенчатой отливки на промышленном металле	Состояние поставки			300	Продольные образцы						
					530	702	22,4	67,8	69		
					574	686	21,6	63,8	79		
					Поперечные образцы						
					574	682	18	65,5	51		
					580	704	20	59,5	41		

Назначение. Отливки деталей гидротурбин, в том числе для рабочих колес, лопаток направляющего аппарата и др.

Предел выносливости, Н/мм²			Среда	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
376[1]	—	1×10^7	Воздух							
180[1]	—	1×10^7	Воздух							
156[2]	—	1×10^7	Вода пресная							

[1] Гладкие образцы.
[2] Надрезанные образцы.

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С		Жидкотекучесть		Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %		Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ.	В нормализованном и отпущенном состоянии при $\sigma_в$ = 650 Н/мм² K_v = 0,65 (твердый сплав), K_v = 0,27 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
05Г4ДНФЛ	Отливки — ТУ 108.11.817–85.

Массовая доля элементов[1], %, по ТУ 108.11.817–85										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Ti	Ni	Mo	Cu	V	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
≤ 0,05	0,30–0,60	3,20–3,70	≤ 0,020	≤ 0,020	≤ 0,20	0,90–1,20	—	0,50–0,80	0,08–0,15	650–675	800–810	—	—

[1] Допускаются отклонения по Si ± 0,05%; по Mn, Ni, Cu ± 0,15%.
В сталь должно вводиться на 1т жидкого металла 0,8–1,0 кг Al.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 108.11.817–85	Аустенизация	940–960	Воздух		Не определяются						
	Нормализация	920–950	Воздух	—	500	650	12	30	30	—	—
	Отпуск	630–650	Воздух								

Назначение. Отливки деталей гидротурбин, в том числе для рабочих колес, лопаток направляющего аппарата и др.

Предел выносливости, Н/мм²			Среда	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
275	—	10^7	Вода.							

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С		Жидкотекучесть		Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %		Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ.	В нормализованном и отпущенном состоянии при $\sigma_в$ = 650 Н/мм² K_v = 0,65 (твердый сплав), K_v = 0,32 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
05Г4МНФЛ	Отливки — ТУ 108.11.817–85.

Массовая доля элементов[1], %, по ТУ 108.11.817–85

C	Si	Mn	S	P	Ti	Ni	Mo	Cu	V
≤ 0,05	0,30–0,60	3,20–3,70	≤ 0,020	≤ 0,020	≤ 0,02	0,90–1,20	0,20–0,40	≤ 0,30	0,08–0,15

[1] Допускаются отклонения по Si ± 0,05%, по Mn, Ni, Cu ± 0,15% и по Mo ± 0,05%. В сталь должно вводиться на 1 т жидкого металла 0,8–1,0 кг Al.

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mn	Mк
665	804	—	—	494	321

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{т(0,2)}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCV, Дж/см²	НВ
					не менее						
ТУ 108.11.817–85	Аустенизация	940–960	Воздух	Не более 500	Не определяются						
	Нормализация	920–950	Вода		500	650	12	30	30		
	Отпуск	630–650	Воздух								
Приведены результаты исследований ступенчатой отливки на промышленном металле	Состояние поставки			Поверхность 500	Продольные образцы						
					634	788	22,8	74,5	—	118	
					635	790	23,0	75,0	—	111	
					Поперечные образцы						
					605	765	22,8	75,0	—	127	
					610	760	22,7	75,0	—	130	
	Состояние поставки			Центр 300	Продольные образцы						
					605	770	22,7	74,0	—	127	
					625	775	22,7	75,0	—	131	
					Поперечные образцы						
					604	770	23,0	75,0	—	144	
					634	780	23,5	75,0	—	144	
	Состояние поставки			150	Продольные образцы						
					618	763	22,4	67,8	126	129	
					620	765	22,0	67,5	189	69	
	Состояние поставки			100	Продольные образцы						
					582	738	22,4	69,2	151	56	
					585	740	22,5	69,5	159	88	
					Поперечные образцы						
					580	730	20,6	69,2	146	88	
					585	732	22,0	69,5	140	69	

Назначение. Отливки деталей гидротурбин, в том числе для рабочих колес, лопаток направляющего аппарата и др.

Предел выносливости, Н/мм²			Среда	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
400	—	10^7	Воздух.							

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С		Жидкотекучесть		Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %		Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП и КТ.	В нормализованном и отпущенном состоянии при $\sigma_в$ = 650 Н/мм² K_v = 0,65 (твердый сплав), K_v = 0,3 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
08Г2ДНФЛ	Отливки — ГОСТ 21357–87, ТУ 108.11.973–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 21357–87

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu
0,05–0,10	0,15–0,40	1,30–1,70	≤ 0,020	≤ 0,020	≤ 0,30	1,15–1,55	—	0,02–0,08	0,80–1,10

Массовая доля элементов, %, по ТУ 108.11.973–88

0,05–0,10	0,15–0,40	1,30–1,70	≤ 0,030	≤ 0,030	≤ 0,30	1,15–1,55	—	0,02–0,08	0,80–1,10

В стали марки 08Г2ДНФЛ массовая доля РЗМ (иттрий, церий и др.) должна быть в пределах 0,02–0,05%.

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
750	830	640	725

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU_{-60}, Дж/см²	KCV_{-60}, Дж/см²	НВ
					не менее						
ГОСТ 21357–87	Нормализация	930–970	Воздух	До 800	400	500	20	45	40	25	—
	Нормализация	920–950	Воздух								
	Отпуск	590–630	Воздух								
ТУ 108.11. 973–88	Нормализация	930–970	Воздух	До 800	350	450	20	45	50[1]	—	—
	Нормализация	920–950	Воздух								
	Отпуск	590–630	Воздух								

[1] KCU при минус 40°С.

Назначение. Детали, работающие при температуре до – 60°С. Детали судостроения с толщиной стенки до 800 мм и чистовой массой до 90 т. Крупногабаритные корпусные отливки, верхние части рам картеров, постели подшипников, литые детали экскаваторов большой грузоподъемности и прочие сваривающиеся детали повышенной прочности.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при температуре, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
			186–220	—	71–176	68–169	43–51	6–18	Нормализация 920–930°С. Отпуск 580–600°С.

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1515	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 1,8$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,0$
Линейная усадка, %	2,1	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.т} = 0,8$	Склонность к образованию усадочной пористости	—

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. При значительном объеме сварки рекомендуется последующий отпуск.	В нормализованном и отпущенном состоянии при $\sigma_в = 500$ Н/мм² $K_v = 1,0$ (твердый сплав), $K_v = 0,85$ (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
14Х2ГМРЛ	Отливки — ГОСТ 21357–87, ТУ 24–1–12–181–75.

Массовая доля элементов, %										НД	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Mo	Ni	Cu	B		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,10–0,17	0,20–0,42	0,90–1,20	≤ 0,020	≤ 0,020	1,40–1,70	0,45–0,55	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,004	ГОСТ 21357–87	720–750	780–820	—	—
0,10–0,17	0,20–0,42	0,90–1,20	≤ 0,035	≤ 0,035	1,40–1,70	0,45–0,55	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,006	ТУ 24–1–12–181–75				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCV_{-60}, Дж/см²	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 21357–87	Закалка Отпуск	920–930 630–650	Вода или масло Воздух	—	600	700	14	25	49[1]	29	—
ТУ 24–1–12–181–75	Нормализация Закалка Отпуск	940–950 920–980 610–640	Воздух Вода	До 100	590	690	14	25	49	—	217–241
ДП				Рама							
	Нормализация	930	Воздух	30–60	590	710	17	50	134		
	Закалка	930	Вода	100	650	740	17	60	127	—	—
	Отпуск	640	Воздух	140	640	720	14	25	121		
	Отжиг	940									
	Изотермическая выдержка	750	5 ч	—	410	630	16	26	32	—	≥ 196
			10 ч	—	370	600	18	33	32		≥ 179

[1] KCU при минус 60°С.

Назначение. Тяжелонагруженные литые и сварно-литые детали больших сечений карьерных и шагающих экскаваторов.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Сечение, мм	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С					Термообработка
σ_{-1}	t_{-1}			+ 20	0	– 40	– 50	– 60	
			—	117–196	—	39–78	29–49	—	Нормализация 930°С, закалка 930°С, вода, отпуск 640°С.
			30–60	134	—	93	—	61	
			100	127	—	43	—	33	
			140	121	—	61	—	53	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1510–1515	Жидкотекучесть		Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %	2,4–2,5	Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном и закаленном состоянии при 217–241 НВ и $\sigma_в$ = 700 Н/мм² K_v = 0,75 (твердый сплав), K_v = 0,5 (быстрорежущая сталь)	Чувствительна **Склонность к отпускной хрупкости** Малосклонна

Марка стали	Вид поставки
15Х2М2ФБСЛ (ПЗЛ)	Отливки — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Nb	Ti	Al	Cu
0,13–0,18	0,70–1,00	0,50–0,80	≤ 0,030	≤ 0,030	1,80–2,30	≤ 0,30	1,20–1,50	0,25–0,40	0,08–0,15	—	—	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ЛЦ	Отжиг	1080–1100 3–6 ч	Охлаждение с печью до 300–500°С, далее на воздухе	—	400	600	14	22	10		215
	Нормализация	1080–1100 1,5–3 ч	Охлаждение на воздухе со скоростью 400°С/ч					35			255
	Отпуск	730–740 5 ч	Охлаждение с печью								

Назначение. Корпусы, клапаны и другие детали турбин, работающие при температуре до 580°С.
Сталь теплоустойчивая перлитного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч	Жаростойкость			
	Среда	t, °C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении		
Время, ч	t, °C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		10–80
2000	600	20–120
4000	630	80–90

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1490–1510	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 1,0$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{т.р} = 1,2$
Линейная усадка, %	2,1–2,2	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.т} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 0,55$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температуры критических точек, °С			
		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_1
Ограниченно свариваемая. Способ сварки: РД (электродами ЦЛ-26М). Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 364 НВ и $\sigma_в$ = 730 Н/мм² K_v = 0,60 (твердый сплав), K_v = 0,15 (быстрорежущая сталь)	720–810	> 1000	~ 500	~ 830

Марка стали	Вид поставки
30ХГФРЛ	Отливки — ТУ 24.00.001–79.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 24.00.001–79

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	V	B	Cu
0,28–0,36	0,20–0,60	0,80–1,25	≤ 0,040	≤ 0,040	0,50–0,90	≤ 0,30	0,05–0,10	0,004 по расчету	≤ 0,30

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mн
750–760	845–855	425–675	720–855	320–370

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 24.00.001–79	Закалка	900–920	Масло	До 100	500	700	12	25	40	—	196–255
	Отпуск	650–670	Воздух								
ДЦ	Отжиг	820–840	С печью		Не определяются						

Назначение. Шестерни, крестовины, втулки, зубчатые колеса и др.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С		Жидкотекучесть		Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %	1,5–2,0	Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ, МП, ЭШ и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В закаленном и отпущенном состоянии при 196–255 НВ и $\sigma_в$ = 700 Н/мм² K_v = 1,0 (твердый сплав), K_v = 0,5 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Склонна

Марка стали	Вид поставки
110Г13Л	Отливки — ГОСТ 977–88, ГОСТ 21357–87, ТУ 108.11.549–87, ТУ 14–1–563–73, ТУ 14–1–868–74, ТУ 14–1–1818–76.

Массовая доля элементов, %								НД	Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,90–1,50	0,30–1,00	11,5–15,0	≤ 0,050	≤ 0,120	≤ 1,00	≤ 1,00	—	ГОСТ 977–88	—	—	—	—
0,90–1,20	0,40–0,90	11,5–14,5	≤ 0,030	≤ 0,030	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,30	ГОСТ 21357–87[1]				

[1] Для повышения износостойкости отливок допускается микролегирование стали Ti – 0,05%, V – 0,30%, Mo – 0,20%.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCV_{-60}, Дж/см²	HRC	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Закалка	1050–1100	Вода	До 100	По согласованию изготовителя с потребителем						≤ 217
ГОСТ 21357–87	Закалка	1050–1100	Вода	До 100	400	800	25	35	70		≤ 190

Назначение. Детали, работающие на износ в условиях ударных нагрузок и высоких давлений: корпуса и бронефутерованные плиты пробилок и шаровых мельниц, зубья и передние стенки ковшей экскаваторов, черпаки и козырьки драг, звенья гусениц тракторов и экскаваторов, малые конусы загрузочных устройств доменных печей, трамвайные и железнодорожные стрелки и крестовины, корпуса вихревых мельниц.

Предел выносливости, Н/мм²			Состояние стали	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
176–196	—	10^6	$\sigma_в$ = 640–710 Н/мм²	280–350	—	240–320	220–300	190–300	90–120	Закалка 1080–1100°С, в воду (отливки сечением 30 мм).

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1350–1370	Жидкотекучесть	$К_{ж.т}$ = 0,8	Склонность к образованию усадочной раковины	$К_{у.р}$ = 1,7
Линейная усадка, %	2,6–2,7	Показатель трещиноустойчивости	$К_{т.у}$ = 0,4	Склонность к образованию усадочной пористости	$К_{у.п}$ = 2,5

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В закаленном состоянии при ≤ 220 НВ $К_v$ = 0,25 (твердый сплав)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
110Г13ХМЛ	Отливки — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Ti	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
1,00–1,50	≤ 1,00	10,0–15,0	≤ 0,050	≤ 0,100	0,80–1,20	≤ 0,50	0,40–1,00	—	≤ 0,30	—	—	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ДП	Закалка	1100–1150	Вода		По согласованию						≤ 220

Назначение. Детали, работающие на износ в условиях ударных нагрузок и высоких удельных давлений: корпусы и бронефутерованные плиты дробилок и шаровых мельниц. Зубья и передние стенки ковша экскаватора, черпаки. Козырьки и полувтулки драг. Звенья гусениц тракторов и экскаваторов, малые конусы загрузочных устройств доменных печей и другие детали.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1350–1390	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 0,8$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,7$
Линейная усадка, %	2,6–2,7	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 0,4$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 2,5$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В закаленном состоянии при 229 НВ $K_v = 0,25$ (твердый сплав)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
110Г13Х2БРЛ	Отливки — ГОСТ 977–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	B	Cu	Nb	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,90–1,50	0,30–1,00	11,50–14,50	≤ 0,05	≤ 0,12	1,00–2,00	≤ 0,50	0,001–0,006	—	0,08–0,12				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Закалка	1050–1100	Вода	До 100	491	750	22	30	196	—	—

Назначение. Спецпродукция (высокое сопротивление износу при одновременном воздействии высоких давлений или ударных нагрузок).

Корпуса вихревых и шаровых мельниц, щеки дробилок, трамвайные и железнодорожные стрелки и крестовины, гусеничные траки, звездочки, зубья ковшей экскаваторов.

Сталь имеет высокую хладостойкость, высокую стойкость против абразивного изнашивания.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при температуре, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1350 – 1380	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 0,8$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,7$
Линейная усадка, %	2,6–2,7	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 0,4$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 2,5$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В закаленном состоянии при ≤ 220 НВ $K_v = 0,25$ (твердый сплав)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
130Г14ХМФАЛ	Отливки — ГОСТ 977–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	N	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
1,20–1,40	≤ 0,60	12,50–15,00	≤ 0,050	≤ 0,070	1,00–1,50	≤ 1,00	0,20–0,30	0,08–0,12	0,025–0,050	—	—	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Закалка	1120–1150	Вода	До 100	441	883	50	40	245		≤ 220

Назначение. Детали, работающие на износ в условиях ударных нагрузок и высоких удельных давлений; корпуса и бронефутерованные плиты дробилок и шаровых мельниц, зубья и передние стенки ковша экскаватора, черпаки, козырьки и полувтулки драг, звенья гусениц тракторов и экскаваторов, малые конусы загрузочных устройств доменных печей и другие детали.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
—	—								

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1360 – 1380	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 0,8$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{т.р} = 1,7$
Линейная усадка, %	2,6 – 2,7	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.т} = 0,4$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{т.п} = 2,5$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В закаленном состоянии при 229 НВ $K_v = 0,25$ (твердый сплав)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
150ХНМЛ	Отливки — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %									Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
1,40–1,60	0,25–0,50	0,50–0,80	≤ 0,040	≤ 0,040	0,90–1,25	0,80–1,20	0,10–0,30	—	—	—	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ДЦ	Нормализация	1030–1070	Воздух	До 300	Не определяются					40–55	—
	Нормализация	810–830	Воздух								
	Отпуск	580–620	С печью								
	Нормализация	1030–1070	Воздух	До 300	Не определяются					—	241–277
	Нормализация	810–830	Воздух								
	Отпуск	460–500	С печью	До 300						—	262–293
	Отпуск	580–620	С печью	До 800						—	363–444

Назначение. Бандажи составных опорных валков всех размеров листовых станов горячей прокатки металла. Валки для среднесортных станов (241–277 НВ), валки для непрерывнозаготовочных и штрипсовых станов (262–293 НВ) и валки для проволочных станов (363–444 НВ).

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при температуре, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	
—	—								

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С		Жидкотекучесть		Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %		Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 241–277 НВ K_v = 0,57 (твердый сплав)	Чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
250Х25В3ТЛ	**Отливки** — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	W	Ti	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
2,40–3,00	≤ 0,40	≤ 0,40	≤ 0,100	≤ 0,100	20,0–28,0	—	2,00–4,00	0,05–0,10	—	800	860	300	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ДЦ	Отжиг	750–800	Воздух	—	Не определяются					35–40	—
	Нормализация	1050–1100	Воздух							60–64	
	Отпуск	500–550	Воздух							58–62	

Назначение. Проводковая арматура прокатных станов, чистовые валки проволочных и сортовых станов и другие детали, подвергаемые сильному тепловому и абразивному износу при повышенных температурах.

Сталь обладает повышенным сопротивлением износу и хорошими литейными свойствами.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при температуре, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+20	0	−20	−30	−50	−70	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С		Жидкотекучесть		Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %		Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 54–55 HRC K_v = 0,33 (твердый сплав)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
15Х13Л	Отливки — ГОСТ 977–88, ТУ 26–06–166–82.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Cu	Al	Fe
≤ 0,15	0,20–0,80	0,30–0,80	≤ 0,025	≤ 0,030	12,0–14,0	—	—	—	—	—	—	основа

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mn^1
870	990	—	—	340

[1] Температура нагрева 1040°С.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Отжиг	940–960	Печь		Не определяются						
	Закалка	1040–1060	Вода, масло, воздух.	До 100	392	540	16	45	49	—	170–255[2]
	Отпуск	740–760	Воздух								

[2] Данные ЦНИИТМАШ.

Назначение. Детали с повышенной пластичностью, подвергающиеся ударным нагрузкам (турбинные лопатки, клапаны гидравлических прессов, арматура крекинг–установок и другие), а также изделия, подвергающиеся действию относительно слабых агрессивных сред (атмосферные осадки, влажный пар, водные растворы солей органических кислот при комнатной температуре).

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1494–1501	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 1,0$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,0$
Линейная усадка, %	2,3–2,4	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 0,8$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 1,0$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ. Подогрев и термообработка применяются в зависимости от вида сварки и назначения конструкции.	В закаленном и отпущенном состоянии при 170–255 НВ и $\sigma_в = 600$ Н/мм² $K_v = 0,92$ (твердый сплав), $K_v = 0,65$ (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
20Х13Л	Отливки — ГОСТ 977–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Fe	W	Ti	Al	Cu
0,16–0,25	0,20–0,80	0,30–0,80	≤ 0,025	≤ 0,030	12,0–14,0	—	—	основа	—	—	—	—

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mn[1]
820	860	—	—	305

[1] Температура нагрева 960°С.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Отжиг	940–960	С печью	До 100	Не определяются						
	Закалка	1040–1060	Масло или воздух	До 100	441	589	16	40	39	—	180–235[2]
	Отпуск	740–760	Воздух								

[2] Данные ЦНИИТМАШ.

Назначение. Детали турбин, работающие при температуре до 500°С, рабочие и направляющие лопатки компрессоров, рабочие колеса, арматура крекинг-установок, сегменты сопел, корпуса насосов и др., а также изделия, подвергающиеся действию относительно слабых агрессивных сред.

Сталь коррозионно-стойкая мартенситного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
			—	—	34–74	30–63	10–64	6–62	Нормализация 940–950°С. Отпуск 740–750°С, воздух. Закалка 940–950°С, масло. Отпуск 740–750°С, воздух.

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1489–1497	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 1,0$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 0,8$
Линейная усадка, %	2,2–2,3	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 0,6$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 1,0$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ. Подогрев и термообработка применяются в зависимости от вида сварки и назначения конструкции.	В нормализованном и отпущенном состоянии при ≥ 170 НВ и $\sigma_в$ = 550 Н/мм² K_v = 1,25 (твердый сплав), K_v = 0,55 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
15Х14НЛ	Отливки — ГОСТ 977–88

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Al
≤ 0,15	≤ 0,60	0,40–0,90	≤ 0,035	≤ 0,035	12,0–15,0	0,70–1,20	—	—	—	—	—

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Мн	Мк
765	870	—	—	350–400	120–180

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
					не менее						
ГОСТ 977–88	Нормализация	930–950	Воздух	До 100	289	481	15	50	29	—	170–235[1]
	Отпуск	680–740	Воздух или печь								
	Гомогенизация	1020–1100	Воздух	До 100	383	579	15	50	44	—	—
	Нормализация	930–950	Воздух								
	Отпуск	680–740	Печь или воздух								

[1] Данные ЦНИИТМАШ.

Дополнительные данные:

1. Скорость коррозии 0,00009 мм/год.

2. Кавитационная стойкость при испытании на магнитострикционном вибраторе с амплитудой 70 мк при частоте колебаний 8100 Гц и потере веса за 3 часа равна 59,9 мг.

Назначение. Лопасти гидротурбин сечением до 150 мм, а также детали работающие во влажном паре, разбавленной азотной кислоте и слабых органических кислотах.

Сталь коррозионно-стойкая мартенситно-ферритного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1482–1492	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,2$
Линейная усадка, %	2,2–2,3	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 0,8$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 1,0$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и ЭШ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 170–235 НВ и $\sigma_в$ = 481 Н/мм² $K_т$ = 1,2 (твердый сплав), $K_т$ = 0,5 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
06Х12Н3ДЛ	**Отливки** — ОСТ 108.910.04–84, ТУ 108.11.158–86, ТУ 108.11.670–82, ТУ 108–923–80, ТУ 108–976–80, ТУ 108–977–80, ТУ 108–978–80, ТУ 108.1024–83, РД 24.035.101–88.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 108–978–80

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu
≤ 0,06	≤ 0,30	≤ 0,60	≤ 0,025	≤ 0,025	12,0–13,5	2,80–3,20	—	0,80–1,10

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Мн	Мк
620–650	780–810	—	—	230–290	80–120

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCV, Дж/см²	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 108–923–80	Нормализация	950–970	Воздух	—	490–686	686	14	30	—	49	187–255
	Нормализация	780–800	Воздух								
	Отпуск	600–620	Воздух, печь								
ТУ 108–977–80	Нормализация	950–970	Воздух	До 450	550	700	14	30	—	40	187–275
	Нормализация	780–800	Воздух								
	Отпуск	600–620	Воздух, печь								
ТУ 108–978–80	Нормализация	950–970	Воздух	До 450	550	700	12	30	—	40	187–275
	Нормализация	780–800	Воздух								
	Отпуск	600–620	Воздух, печь								
ТУ 108.1024–83	Нормализация	950–970	Воздух	—	490	637	12	35	—	49	—
	Нормализация	780–800	Воздух								
	Отпуск	600–620	Воздух, печь								
	Технологические отпуска										
ТУ 108.11.158–86	Состояние поставки			От 100 до 800	539–735	637	12	35	—	49	197–293

06Х12Н3ДЛ

Назначение. Элементы сварно–литых рабочих колес радиально–осевых гидротурбин, лопасти поворотно–лопастных гидротурбин, отливки для деталей гидротурбин, корпуса и другие детали насосов и турбин для АЭС.

Сталь коррозионно–стойкая мартенситно-аустенитного класса.

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода водопроводная [Cl⁻] – 24 мг/кг pH 6,5 – 7,6.	20	3000	1
	Вода [H_3BO_3] – 10 г/кг, [KOH] – 0,02 г/кг pH 8,25 (борированная вода)	350	3000	2
		280	3000	2
		200	3000	2
		100	1000	1
		20	1000	1
Точечная	Вода H_3BO_3 – 10 г/кг, KOH – 0,02 г/кг pH 8,25	350	3000	Отсутствует
		280	3000	
		200	3000	
		100	1000	
		20	1000	
Коррозионное растрескивание	42% раствор $MgCl_2$	154	2	Разрушение при $\sigma \geq \sigma_{0,2}$
	35% раствор $MgCl_2$	120	5	Разрушение при $\sigma \geq \sigma_{0,2}$
	33% раствор $MgCl_2$	116	30	Разрушение при $\sigma \geq \sigma_{0,2}$
	31% раствор $MgCl_2$	110	500	Разрушений нет
	Вода – 200 мг/кг Cl^-, 6,0 – 0,3 мг/кг O_2	350	600–1100	Разрушений нет
	Вода H_3BO_3 – 10г/кг, KOH – 0,02 г/кг pH 8,25 (борированная вода)	350	2500	Разрушений нет
Межкристаллитная	Проверка на стойкость против МКК проводится по инструкции ИЦК 01–99.			

Предел выносливости, Н/мм²			Термообработка	**Ударная вязкость, KCV, Дж/см², при t, °С**						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
328[1]	—	10^7	Основная термообработка и технологические отпуска	100	103	75	53	34	34	Нормализация 960°С. Нормализация 790°С. Отпуск 610°С. Технологические отпуска.
250[2]	—	10^7								
[1] Гладкие образцы. [2] Образцы с надрезом.										

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1485–1490	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,15$
Линейная усадка, %	2,5–2,55	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 0,5$

Свариваемость	**Обрабатываемость резанием**	**Флокеночувствительность**
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 187–255 НВ и $\sigma_в$ = 690 Н/мм² K_v = 0,76 (твердый сплав), K_v = 0,5 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
08Х14НДЛ	Отливки — ГОСТ 977–88, ТУ 108–989–80.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88									Температура критических точек, °С					
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Мн	Мк
≤ 0,08	≤ 0,40	0,50–0,80	≤ 0,025	≤ 0,025	13,00–14,50	1,20–1,60	—	0,80–1,20	690–730	810–850	—	—	300–320	120–150

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Работа удара, KV_{-20}, Дж
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее					
ГОСТ 977–88	Закалка	1000–1200	Воздух	До 100	510	648	15	40	59	—
	Отпуск	660–700	Воздух или печь							
ТУ 108–989–80	В состоянии поставки			Толщина стенки более 100, диаметр более 1200	500	650	15	40	—	21

Назначение. Детали, работающие в морской воде (гребные винты и пр.).

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1485–1495	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{т.р} = 1,1$
Линейная усадка, %	2,2–2,3	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 0,5$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ.	В термообработанном состоянии при 217 НВ $K_v = 0,75$ (твердый сплав)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
10Х12НДЛ	Отливки — ГОСТ 977–88, ТУ 108.11.158–86, ТУ 26–06–166–82, ТУ 108–976–80, ТУ 108–977–80, ТУ 108–978–80.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88									Температура критических точек, °С					
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Мн	Мк
≤ 0,10	0,17–0,40	0,20–0,60	≤ 0,025	≤ 0,025	12,0–13,0	1,00–1,50	—	0,80–1,10	690–720	810–850	—	—	300–350	120–150

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	KCV, Дж/см²	НВ
					не менее						
ГОСТ 977–88	Нормализация	940–960	Воздух		Не определяются						
	Закалка	950–1050	Охлаждение со скоростью 30°С/ч	До 350	441	638	14	30	29	27	179–255[1]
	Отпуск	650–680	Печь или воздух								
ТУ 108.11.158–86	Состояние поставки			От 100 до 800	490–735	588	14	30	49	—	187–275

[1] Данные ЦНИИТМАШ.

Кавитационная стойкость: при испытании на магнитострикционном вибраторе при амплитуде 70 мк и частоте колебаний 8100 Гц потеря веса за 3 ч равна 59,5 мг.

Гидроабразивная стойкость (по сравнению со сталью марки 25): коэффициент износостойкости за 24 ч ε = 3,2 при условии коррозии и гидроабразивного воздействия в течение 30 суток ε = 10,2.

Назначение. Элементы сварно-литых рабочих колес радиальноосевых гидротурбин, лопасти для поворотно-лопастных гидротурбин и отливки для деталей гидротурбин, отсасывающие вазы бумвашин.

Сталь коррозионно-стойкая мартенситно-ферритного класса.

Предел выносливости, Н/мм²			Среда испытания	Состояние стали	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С				Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N			+ 20	0	– 20	– 40	
270	—	10^7	Воздух	$\sigma_{0,2}$ = 450 Н/мм², $\sigma_в$ = 650 Н/мм².	110	—	90	63	Закалка 950°С. Отпуск 690°С.
230	—	10^7	Вода						

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1485–1491	Жидкотекучесть	$K_{ж.т}$ = 0,9	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{т.р}$ = 1,1
Линейная усадка, %	2,2–2,3	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у}$ = 0,9	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{т.п}$ = 0,5

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и АФ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 170–255 НВ и $\sigma_в$ = 638 Н/мм² K_v = 0,75 (твердый сплав)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
10Х13Н3М1Л	Отливки — ТУ 24.11045–98.

Массовая доля элементов[1], %, по ТУ 24.11045–98

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	Nb
≤ 0,08	0,10–0,40	0,20–0,80	≤ 0,020	≤ 0,025	12,0–13,5	2,50–3,50	0,60–1,50	≤ 0,30	0,001–0,040

[1] Вводятся по расчету, не более: Ce – 0,08%, Ca – 0,02%, Zr – 0,04%, Al – 0,06%.

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Мн	Мк
630–665	760–830	—	—	210–300	75–200

Промышленная плавка (данные ЦНИИТМАШ)

Массовая доля элементов, %

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	Nb
0,06	0,33	0,44	0,009	0,02	12,5	3,37	1,05	0,10	0,02

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Мн	Мк
675	805	—	—	300	190

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	HRC	НВ
					не менее						
ТУ 24.11045–98	Отпуск	590–610	Печь		Не определяются						
	1ая нормализация	950–970	Воздух	300	600	750	13,5	35	50	—	—
	2ая нормализация	780–800	Воздух								
	Отпуск	590–610	Печь или воздух								
ЛЦ	Отпуск	590–610	Воздух	Вал $D_в$=1332 $D_э$=1160 L = 8437	Продольные образцы						
	1ая нормализация	950–970	Воздух		711	870	16,4	48	147	—	255
					725	873	19,2	62	171		
	2ая нормализация	780–800	Воздух		Тангенциальные образцы						
	Отпуск	590–610	Воздух		707	862	16,0	48,4	82	—	255
					711	859	17,4	62,0	172		

Назначение. Отсасывающие валы бумагоделательных машин, работающие в агрессивных средах, а также детали нефтегазового и химического оборудования.

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода с [NaCl] – 165 мг/кг, [Na_2SO_4] – 350 мг/кг, pH 3,5	50	1000	2
Точечная		50	1000	Отсутствует
Коррозионное растрескивание		50	1000	При $\sigma \geq \sigma_{0,2}$ разрушений нет

Предел выносливости, Н/мм²			Среда	Ударная вязкость, KCV, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+20	0	–20	–30	–40	–60	
450	—	10^7	Воздух	87–125	—	60–90	—	32–50	30–35	Отпуск 610°С, 1ая нормализация 950°С, 2ая нормализация 800°С, отпуск 610°С.
350	—	10^8	Воздух							
230	—	10^9	Вода + NaCl + Na_2SO_4 pH 3,5							

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1490–1498	Жидкотекучесть	$K_{ж.т}$ = 0,9	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{т.у}$ = 1,15
Линейная усадка, %	2,4–2,53	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у}$ = 0,9	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п}$ = 0,5

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ.	В нормализованном и отпущенном состоянии при $\sigma_в$ = 750 Н/мм² K_v = 0,60 (твердый сплав)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
06Х14Н5(МФЮ)	Отливки — ТУ 24.11.029–91, ТУ 108–977–80, ТУ 108–978–80.

Массовая доля элементов[1], %, по ТУ 24.11.029–91

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu
≤ 0,06	≤ 0,40	≤ 0,80	≤ 0,025	≤ 0,025	13,5–14,7	5,0–5.5	0,35–0,50	0,8–1,3

[1] Дополнительно вводятся по расчету V – 0,08%, Ce – 0,08%, Al – 0,08%, Ca – 0,02%.

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Мн	Мк
640–670	800	—	—	200–220	50–80

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °С	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ТУ 24.11. 029–91	1[й] нормализация	950–1050	Воздух	—	Не определяются					—	—
	2[й] нормализация	780–800	Воздух	500	600	750	14	30	30	—	220–295
	Отпуск	580–620	Воздух или печь								
ТУ 108–977–80	Состояние поставки			—	600	750	14	30	50	—	220–295
ТУ 108–978–80	Состояние поставки			—	600	750	14	30	30	—	220–295

Назначение. Элементы сварно–литых рабочих колес радиальноосевых гидротурбин, лопасти для поворотно–лопастных гидротурбин, отливки для деталей гидротурбин, корпуса насосов.

Сталь коррозионно–стойкая мартенситно–аустенитного класса.

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода [H_3BO_3] – 16 г/кг, [KOH] – 0,02 г/кг, РН 8,25 (Борированная вода)	20	1500	1
		100	1000	1
		350	3000	2
Точечная		20	1500	Отсутствует
		350	3000	Отсутствует
Коррозионное растрескивание	3% раствор NaCl	Кипение	1000	При $\sigma \geq \sigma_{0,2}$ разрушений нет
	Вода с [Cl^-] – 200 мг/кг	350	2000	При $\sigma \geq \sigma_{0,2}$ разрушений нет
Межкристаллитная	Проверка на стойкость против МКК проводится по инструкции ИЦК 01–99.			

Предел выносливости, Н/мм²			Среда испытания	Состояние стали	Ударная вязкость, KCV, Дж/см², при t, °С					Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N			+ 20	0	– 20	– 40	– 60	
370	—	10^7	Воздух	$\sigma_{0,2}$ = 750 Н/мм², $\sigma_в$ = 885 Н/мм², 285 НВ	125	125	121	115	118	Нормализация 970°С. Нормализация 800°С, воздух. Отпуск 620°С, воздух.
310	—	10^7	Вода		135	133	134	135	119	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1455	Жидкотекучесть	$K_{ж.т}$ = 0,94	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р}$ = 1,1
Линейная усадка, %	2,35	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у}$ = 0,9	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п}$ = 0,5

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД и РАД. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 220–295 НВ и $\sigma_в$ = 750 Н/мм² K_v = 0,60 (твердый сплав), K_v = 0,35 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
08Х15Н4ДМЛ	Отливки — ГОСТ 977–88, ТУ 108–989–80.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88									Температура критических точек, °С					
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Мн	Мк
≤ 0,08	≤ 0,40	1,00–1,50	≤ 0,025	≤ 0,025	14,00–16,00	3,50–3,90	0,30–0,45	1,00–1,40	670	810	—	—	230	100

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Работа удара, KV_{-10}, Дж
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее					
ГОСТ 977–88	Закалка Отпуск	1030–1050 600–620	Воздух Воздух	До 100	589	736	17	45	98	—
ТУ 108–989–80	В состоянии поставки			Толщина стенки более 100, диаметр более 1200	589	736	17	45	—	40

Назначение. Детали, работающие в морской воде (тяжелонагруженные гребные винты ледоколов и др.).

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	t_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С		Жидкотекучесть		Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %		Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ.	В закаленном и отпущенном состоянии при $\sigma_в$ = 738 Н/мм² K_v = 0,55 (твердый сплав)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
08Х18Н4М2БЛ	Отливки — ТУ 24.11045–98.

Массовая доля элементов[1], %, по ТУ 24.11045–98

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	Nb
≤ 0,08	0,20–0,80	0,80–1,20	≤ 0,020	≤ 0,025	16,0–20,0	2,0–6,0	2,0–3,0	—	≤ 0,04

[1] Вводятся по расчету Ce – 0,08%, Ca – 0,02%, Zr – 0,08%, Al – 0,08%.

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 24.11045–98	Отпуск	680–700	Воздух	—	Не определяются					—	—
	Закалка	1050–1070	Вода или воздух	—	380	600	15	35	30	—	—

Назначение. Гвоздильцы, формующие валы сеточной части бумашин и отсасывающие валы прессовой части бумашин, а так же детали химического и нефтегазового оборудования.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCV, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 30	– 40	– 50	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С		Жидкотекучесть		Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %		Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ.	В закаленном состоянии при $\sigma_в$ = 600 Н/мм² K_v = 0,65 (твердый сплав)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
10Х18Н3Г3Д2Л	Отливки — ГОСТ 977–88, ТУ 108–978–80, ТУ 26–06–166–82

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88								Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
≤ 0,10	≤ 0,60	2,30–3,00	≤ 0,030	≤ 0,030	13,0–19,0	3,00–3,50	1,80–2,20				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Нормализация	1070–1100	Воздух	До 200	491	687	12	25	29	—	240–280[2]
	Отпуск I	790–810	Воздух[1]								
	Отпуск II	590–610	С печью								

[1] После отпуска I отливки по всей толщине должны быть охлаждены до 20°С.

[2] Данные ЦНИИТМАШ.

Кавитационная стойкость: при испытании на магнитострикционном вибраторе при амплитуде 70 мк и частоте колебаний 8100 Гц потеря веса за 3 ч равна 56,6 мг.

Гидроабразивная стойкость (по сравнению с маркой стали 25): после нормализации 1100°С, отпуска при 800°С, выдержки 6 ч и отпуска при 600°С, выдержки 24 ч коэффициент износостойкости 24 ч ε =3,6; при условии коррозии и гидроабразивного воздействия в течение 30 суток ε =14,8.

Назначение. Детали и сварно-литые конструкции гидротурбин, работающие при напорах, не превышающих 80 л/ч в сечениях до 300 мм, а также детали насосов.

Сталь коррозионно-стойкая аустенитно-ферритного класса с метастабильным аустенитом.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1456 – 1465	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,2$
Линейная усадка, %	2,7–2,8	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 1,0$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{п.о} = 0,5$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 240–280 НВ и $\sigma_в$ = 680 Н/мм² K_v = 0,7 (твердый сплав), K_v = 0,5 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
05Х26Н6М2Д2АБФЛ	Отливки — ТУ 24.11045–98.

Массовая доля элементов[1], %, по ТУ 24.11045–98

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	N	V
≤ 0,05	0,10–1,00	0,40–1,50	≤ 0,020	≤ 0,025	25,0–27,0	5,50–7,50	1,50–2,50	1,80–2,50	0,10–0,18	0,08–0,15

[1] Вводится по расчету Ce – 0,08%, Ca – 0,02%, Zr – 0,08% и Al – 0,08%.

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	HRC	НВ
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 24.11045–98	Закалка	1050–1070	Вода или воздух		440	680	25	40	50		

Назначение. Гауч-валы, формующие валы и отсасывающие валы бумагоделательных машин, детали нефтегазового и химического оборудования, в частности, насосы сероочистки и др.

Сталь коррозионно-стойкая аустенитно-ферритного класса.

Коррозионная стойкость

Вид коррозии	Среда	t, °С	Длительность, ч	Балл стойкости
Общая	Вода, $CaCl_2$ — 150 г/л, $CaSO_4$ — 1,2 г/л, $MgSO_4$ — 1,0 г/л.			
	PH 4,0 – 4,5	20	3000	2
	PH 2,2 – 2,4	20	3000	4
Точечная	Вода, $CaCl_2$ — 150 г/л, $CaSO_4$ — 1,2 г/л, $MgSO_4$ — 1,0 г/л. PH 4,0 – 4,5.	20	3000	Отсутствует

Предел выносливости, Н/мм²			Среда	Ударная вязкость, KCV, Дж/см², при t, °С				Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	N		+ 20	+60	– 40	– 50	
250 205 165	— — —	10^7 10^8 10^9	Вода + NaCl + Na_2SO_4 (PH = 3,5)	50–53	85–98	7–8	—	Закалка 1050°С, вода.

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	—	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,2$
Линейная усадка, %	2,4–2,6	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 0,5$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ.	В закаленном состоянии при $\sigma_в = 680$ Н/мм² $K_v = 0,5$ (твердый сплав), $K_v = 0,25$ (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
08Х18Н6М2Д4АФБЛ	Отливки — ТУ 24.11045–98.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 24.11045–98										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	N	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
≤ 0,80	0,10–0,60	0,10–1,00	≤ 0,020	≤ 0,025	17,5–18,5	5,50–6,00	2,00–2,50	3,50–4,00	0,14–0,16				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCV, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 24.11045–98	Отпуск	680–700	Воздух		Не определяются						
	Закалка	1050–1070	Вода или воздух	200	380	650	25	40	30		

Назначение. Отсасывающие валы бумашин.

Сталь коррозионно–стойкая аустенитно–ферритного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1450 – 1470	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,2$
Линейная усадка, %	2,7–2,8	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 1,0$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 0,5$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Свривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ.	В закаленном и отпущенном состоянии при $\sigma_в = 650$ Н/мм² $K_v = 0,65$ (твердый сплав), $K_v = 0,4$ (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
15Х25ТЛ	Отливки — ГОСТ 977–88, ТУ 26–06–166–82.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Ti	V	Cu
0,10–0,20	0,50–1,20	0,50–1,80	≤ 0,030	≤ 0,035	23,0–27,0	—	0,40–0,80	—	—

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Без термической обработки			До 100	275	441					

Назначение. Детали химических аппаратов, не подвергающиеся действию переменных и постоянных нагрузок (аппаратура для дымящейся азотной или фосфорной кислот). Многие детали, работающие в условиях контакта с мочевиной; печная арматура, плиты и др.

Сталь обладает удовлетворительной сопротивляемостью межкристаллитной коррозии.

Температура жаростойкости 1100 °С

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
+20	0	–20	–40	–60	–80	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С		Жидкотекучесть		Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %		Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, ЭШ и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	Без термообработки при $\sigma_в$ = 440 Н/мм², K_v = 1,2 (твердый сплав)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
10Х18Н9ТЛ	Отливки — ТУ 108.17–1039–79, ТУ 26–06–166–82.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 108.17–1039–79

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Fe	W	Ti	Al	Cu
≤ 0,12	0,20–1,00	1,00–2,00	≤ 0,030	≤ 0,035	17,0–20,0	8,0–11,0	—	основа	—	(5 × C) –0,80	—	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ТУ 108.17–1039–79	Аустенизация	1050–1100, 7 ч	В камере с воздушно-водяной смесью в течение 2–3 ч	До 100	196	441	25	32	59	—	—
					127[1]	—	—	—	—	—	—

[1] Температура 350°С.

Назначение. Детали разного назначения для энергомашиностроения.

Сталь коррозионно-стойкая аустенитного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
			100	—	—	—	—	—	Аустенизация 1050–1100°С, вода

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		110
3000	550	90
3000	600	90–110
3000	650	70–90

Жаростойкость

Среда	t, °C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Воздух	1000	0,018–0,020	500

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °C	1425–1440	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 1,0$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,0$
Линейная усадка, %	2,7–2,8	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 1,0$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 1,0$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.	В состоянии закалки при $\sigma_в = 440$ Н/мм² $K_v = 0,72$ (твердый сплав)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
12Х18Н9ТЛ	Отливки — ГОСТ 977–88, ОСТ 108.961.04–80, ТУ 26–06–166–82.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Fe	W	Ti	Al	Cu
≤ 0,12	0,20–1,00	1,00–2,00	≤ 0,030	≤ 0,035	17,0–20,0	8,0–11,0	—	основа	—	(5 × C) –0,70	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Закалка	1050–1100	Вода, масло или воздух	До 100	196	441	25	32	59	—	—
ОСТ 108.961.04–80	Нормализация	1100–1150	Сжатый воздух или водяная смесь		196	442	25	30–35	80–110		—
	Отпуск	800	Воздух								

Назначение. Детали разного назначения для энергомашиностроения. Арматура для химической промышленности, коллекторы выхлопных систем, детали печной арматуры, ящики и крышки для травильных корзин, детали стационарных газовых турбин и компрессоров, оборудование и трубопроводы АЭУ с водяным теплоносителем.

Сталь коррозионно–стойкая аустенитного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
			78–108	—	—	—	—	—	1100°C, 4 ч, воздух.

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °C	1425–1440	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 1,0$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,0$
Линейная усадка, %	2,7–2,8	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 1,0$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 1,0$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ.	В закаленном состоянии при $\sigma_в = 440$ Н/мм² $K_v = 0,7$ (твердый сплав), $K_v = 0,35$ (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
12Х18Н12М3ТЛ	Отливки — ГОСТ 977–88, ТУ 5.961–11151–80, ТУ 26–06–166–82.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88										Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	Ti	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
≤ 0,12	0,20–1,00	1,00–2,00	≤ 0,030	≤ 0,035	16,0–19,0	11,0–13,0	3,00–4,00	—	(5 × C) –0,70				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Закалка	1100–1150	Вода	До 100	216	441	25	30	59		—

Назначение. Детали, устойчивые при воздействии сернистой кипящей, фосфорной, муравьиной, уксусной и других кислот, а также детали, длительное время работающие под нагрузкой при температуре до 800°С, оборудование АЭУ и трубопроводы пара и горячей воды.

Сталь коррозионностойкая, жаропрочная, не подвержена межкристаллитной коррозии при температуре до 800 °С.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С		Жидкотекучесть		Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %		Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ	При 169 НВ K_v = 0,85 (твердый сплав), K_v = 0,35 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
40Х9С2Л	Отливки — ГОСТ 977–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Al	Cu
0,35–0,50	2,00–3,00	0,30–0,70	≤ 0,030	≤ 0,035	8,0–10,0	—	—	—	—	—	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Без термообработки			До 100	Не нормируются					—	—
ДЦ	Закалка	1040–1060	Воздух		560	700	—	—	—	—	—
	Отпуск	620–640	Воздух								
	Закалка ТВЧ			12–20	700	—	12	—	—	Поверхности 40–50 Сердцевины 27–34	—

Назначение. Клапаны выпуски дизельных моторов, трубки рекуператоров, теплообменники, колосники, литые детали печей нефтезаводов при температуре до 700°С, крепежные детали и др.

Сталь жаростойкая до 800°С и жаропрочная до 700°С мартенситного класса.

Предел ползучести, Н/мм²		Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
$\sigma^{800}_{1\cdot10^{-2}}$	95	+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
$\sigma^{600}_{1\cdot10^{-2}}$	20							

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °C		Жидкотекучесть		Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %		Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °C			
		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	Без термообработки $K_v = 1,6$ (твердый сплав)	900	920	810	970

Марка стали	Вид поставки
10Х21Н5ТЛ (Х21Н5ТЛ)	Отливки — ТУ 26-06-166-82.

Массовая доля элементов, %

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Fe	W	Ti	Al
0,04–0,10	≤ 0,08	≤ 0,08	≤ 0,030	≤ 0,035	20,0–22,0	4,50–5,80	—	основа	—	≤ 0,08	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ДЦ	Закалка	1050	Вода или воздух	До 100	300	600	18	22	30	—	—
	Закалка	1050	Вода или воздух		400	700	15	20	25	—	—
	Старение	480, 6 ч	Воздух								

Дополнительные данные.

1. По коррозионной стойкости I режим термообработки предпочтительнее II режима.
2. По коррозионной стойкости в азотной кислоте и некоторых других средах может являться заменителем стали марки Х18Н9ТЛ.
3. При конструировании отливок следует избегать резких переходов в сечениях отливок, выступов и больших припусков на механическую обработку.

Назначение. Корпусы насосов, кронштейны, крыльчатки, фитинги и другие детали печного и химического оборудования.

Сталь коррозионно-стойкая аустенитно-ферритного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °C		Жидкотекучесть		Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %	2,3–2,5	Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В состоянии закалки и старения при $\sigma_в$ = 700 Н/мм² K_v = 0,63 (твердый сплав), K_v = 0,45 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
40Х24Н12СЛ (ЭИ 316Л)	Отливки — ГОСТ 977–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Fe	W	Ti	Al	Cu
≤ 0,40	0,50–1,50	0,30–0,80	≤ 0,030	≤ 0,035	22,0–26,0	11,00–13,00	—	основа	—	—	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Закалка	1040–1060	Вода, масло или воздух	До 100	245	491	20	28	—	—	—
ДЦ	Литое состояние			—	215–235	550–610	24–38	29–49	34–78	—	—

Назначение. Лопатки компрессоров и сопловых аппаратов, печные конвейеры, шнеки и другие детали, работающие при высоких температурах и давлении.

Сталь коррозионно–стойкая, жаростойкая при температуре до 1000°С и жаропрочная аустенитно–ферритного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	
34–78	—	—	—	—	—	Без термообработки.

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении		
Время, ч	t, °C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		

Жаростойкость

Среда	t, °C	Скорость коррозии[1], мм/год	Группа стойкости
Воздух	900	0,055	
	1000	0,322	
	1050	1,66	

[1] Средняя скорость коррозии за 400 ч при 500 ч испытания.

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °C		Жидкотекучесть[2]		Склонность к образованию усадочной раковины[2]	
Линейная усадка, %	2,7	Показатель трещиноустойчивости[2]		Склонность к образованию усадочной пористости[2]	

[2] Литейные свойства удовлетворительны.

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В состоянии закалки при $\sigma_в$ = 500 Н/мм² K_v = 1,0 (твердый сплав), K_v = 0,8 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
20Х20Н14С2Л (Х20Н14С2Л)	**Отливки** — ГОСТ 977–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Fe	W	Ti	Al	Cu
≤ 0,20	2,00–3,00	≤ 1,50	≤ 0,025	≤ 0,035	19,0–22,0	12,0–15,0						

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Нормализация	1100–1150	Воздух	До 100	245	491	20	25	—	—	—

Назначение. Печные конвейеры, ящики для цементации и другие детали, работающие при высоких температурах в нагруженном состоянии.

Сталь жаростойкая до 1000–1050°С, устойчивая в науглероживающей среде, аустенитно-ферритного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С		Жидкотекучесть		Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %		Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ.	В состоянии нормализации при $\sigma_в$ = 500 Н/мм² K_v = 1,1 (твердый сплав), K_v = 0,6 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
35Х23Н7СЛ	Отливки — ГОСТ 977–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Fe	W	Ti	Al	Cu
≤ 0,35	0,50–1,20	0,50–0,85	≤ 0,035	≤ 0,035	21,0–25,0	6,00–8,00	—	основа	—	—	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Без термообработки			До 100	245	540	12	—	—	—	—

Назначение. Детали трубчатых печей нефтезаводов и другие детали, работающие при температуре до 1000°С.

Сталь коррозионно-стойкая в сероодержащих средах жаростойкая при температуре до 1000°С аустенитно-ферритного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С		Жидкотекучесть		Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %		Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	Без термообработки при $\sigma_в$ = 540 Н/мм² K_v = 1,3 (твердый сплав), K_v = 1,0 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
20Х25Н19С2Л	Отливки — ГОСТ 977–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Fe	W	Ti	Al	Cu
≤ 0,20	2,00–3,00	0,50–1,50	≤ 0,030	≤ 0,035	23,0–27,0	18,0–20,0	—	основа	—	—	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Закалка	1090–1100	Вода, масло или воздух	До 100	245	491	25	28	—	—	—

Назначение. Детали паровых и газовых турбин и котельных установок, лопатки и венцы компрессоров и сопловых аппаратов и другие детали, работающие при высоких температурах. Реторты для отжига, части печей и ящики для цементации.

Сталь коррозионно-стойкая, жаростойкая при температуре до 1100°С, аустенитного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+20	0	−20	−40	−60	−80	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С		Жидкотекучесть		Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %		Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ.	В состоянии закалки при $\sigma_в$ = 500 Н/мм² K_v = 0,88 (твердый сплав), K_v = 0,65 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
12МХЛ	Отливки — ОСТ 108.961.02–79, ОСТ 108.961.04–80.

Массовая доля элементов, %, по ОСТ 108.961.02–79

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Fe	W	Ti	Al	Cu
≤ 0,13	0,25–0,50	0,50–0,80	≤ 0,025	≤ 0,025	0,50–0,80	≤ 0,30	0,40–0,60	основа	—	—	—	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ОСТ 108.961.04–80	Нормализация	880–920	На подине		196	392	20	40	49	—	—
	Отпуск	620–650	С печью до 300°С								

Назначение. Различные детали, работающие при температуре до 510°С.

Сталь теплоустойчивая перлитного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С		Жидкотекучесть		Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %		Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °С			
		Ac_3	Ac_1	Ar_1	Ar_3
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ.	В состоянии нормализации и отпуска при $\sigma_в$ = 400 Н/мм² K_v = 1,4 (твердый сплав), K_v = 1,3 (быстрорежущая сталь)	720–725	860–910	695–730	796–810

Марка стали	Вид поставки
14ХМТЛ	Отливки — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %

C	Si	Mn	S	P	Cr	Mo	Ti
0,11–0,17	0,20–0,37	0,40–0,70	≤ 0,035	≤ 0,035	0,90–1,20	0,40–0,55	0,02–0,05

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3	Mn^1
740	855	—	—	420

[1] Температура нагрева 920°С.

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ДЦ	Нормализация	900–920	Воздух	До 100	250	450	20	40	80		200
	Отпуск	630–650	Воздух, печь								

Назначение. Детали, работающие длительное время при температурах до 500°С; корпусы тележек обжиговых машин и др.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С		Жидкотекучесть		Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %		Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ.	В состоянии нормализации и отпуска при ≤ 223 НВ и $\sigma_в$ = 450 Н/мм² K_v = 1,2 (твердый сплав), K_v = 1,1 (быстрорежущая сталь)	Малочувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
15Х1М1ФЛ	Отливки — ОСТ 108.961.02–79, ОСТ 108.961.04–80, ТУ 108.1292–84, РД 24.035.101–88.

Массовая доля элементов, %, по ОСТ 108.961.04–80

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Al	Cu
0,14–0,20	0,20–0,40	0,60–0,90	≤ 0,025	≤ 0,025	1,20–1,70	≤ 0,30	0,90–1,20	0,25–0,40	—	—	—	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ОСТ 108.961.02–79	Гомогенизация	1000–1030	Воздух	Цилиндры 150 × 170	320–550	600	15	35	29	—	156–223
	Нормализация	970–1000	Воздух	Корпуса клапанов 100 × 150	320–550	500	15	35	29	—	159–223
	Отпуск	720–750	Воздух	Обоймы 60 × 150	320–550	600	15	35	29	—	159–223
ОСТ 108.961.04–80	Гомогенизирующий отжиг	1000–1030	Воздух	—	314	490	15	30	29	—	159–223
	Нормализация	970–1000	Воздух								
	Отпуск	720–750	Воздух								

Назначение. Детали турбин, детали арматуры, работающие при температуре до 560°С.

Сталь теплоустойчивая перлитного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч	Жаростойкость: Среда	t, °C	Скорость коррозии, мм/год	Группа стойкости
	Воздух	600	0,194	Пониженностойкая
	Воздух	625	0,264	Пониженностойкая
	Воздух	650	0,413	Пониженностойкая

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		29
5000	565	70–140
5000	600	120–140

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °C	1495–1505	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 1,0$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,2$
Линейная усадка, %	2,1–2,2	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{у.п} = 0,5$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °C			
		Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ. Необходимы предварительный и сопутствующий подогрев и последующая термообработка.	В отожженном состоянии при 308 НВ $K_v = 0,35$ (твердый сплав), $K_v = 0,25$ (быстрорежущая сталь)	770–800	875–920	—	—

Марка стали	Вид поставки
20ХМФЛ	Отливки — ГОСТ 977–88, ОСТ 108.961.02–79, ОСТ 108.961.04–80, РД 24.035.101–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Al
0,18–0,25	0,20–0,40	0,60–0,90	≤ 0,025	≤ 0,025	0,90–1,20	—	0,50–0,70	0,20–0,30	—	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ГОСТ 977–88	Нормализация	970–1000	Воздух	До 100	275	491	16	35	29		
	Нормализация	960–980	Воздух								
	Отпуск	710–740	Воздух								
ОСТ 108.961.02–79	Гомогенизация	970–1000	Воздух	Цилиндры 150 × 170	280–550	600	16	35	29		156–223
	Нормализация	960–980	Воздух	Корпуса клапанов 100 × 150	300–550	500	16	35	29	—	159–223
	Отпуск	710–740	Воздух	Обоймы 60 × 150	320–550	500	16	35	29		159–223
ОСТ 108.961.04–80	Гомогенизация	970–1000	Воздух		314	490	15	30	29	—	159–223
	Нормализация	960–980	Воздух								
	Отпуск	710–740	Воздух								

Назначение. Детали паровых турбин, цилиндры, корпусы клапанов, обоймы, паровые и сопловые коробки, крышки клапанов и паровых коробок и другие детали паровых турбин. Фасонные отливки для арматуры и трубопроводов, работающие при температуре до 540°С.

Сталь теплоустойчивая перлитного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

Жаростойкость			
Среда	t, °C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении		
Время, ч	t, °C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		29
30000	550	100
50000	600	180

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °C	1494–1506	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 1,0$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,1$
Линейная усадка, %	2,2–2,3	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 0,8$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{п.п} = 1,0$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °C			
		Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.	В закаленном и отпущенном состоянии при ≤ 223 НВ и $\sigma_в$ = 500 Н/мм², K_v = 0,6 (быстрорежущая сталь)	777–780	868–880	683–725	880–835

Марка стали	Вид поставки
20Х5МЛ	Отливки — ГОСТ 977–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Fe
0,15–0,25	0,35–0,70	0,40–0,60	≤ 0,040	≤ 0,040	4,00–6,50	—	0,40–0,65	основа

Температура критических точек, °С

Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
800	850	715	775

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Отжиг	940–960	Печь	До 100	392	589	16	30	39	—	—
	Нормализация	940–960	Воздух								
	Отпуск	680–720	Воздух								

Назначение. Фланцы, патрубки, детали трубопроводов, арматура, насосы печные и другие детали, работающие при температуре от 40 до + 550°С под давлением в серосодержащих средах.

Жаростойкая сталь мартенситного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}	

Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С

+ 20	0	– 10	– 25	– 40	– 60	Термообработка
38–67	30–65	25–30	14–22	11–19	—	Отжиг 950°С, печь, закалка 920°С, масло, отпуск 660°С, воздух.

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч

Жаростойкость

Среда	t, °С	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °С	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		

Жаростойкая в горячих нефтяных средах, содержащих сернистые соединения. Жаростойкость до 600°С.

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С		Жидкотекучесть		Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %		Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Необходимы предварительный подогрев и последующая термообработка.	В закаленном и отпущенном состоянии при 195–240 НВ и $\sigma_в$ = 600 Н/мм² K_v = 0,45 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
15Х6СМТЛ (Х6СМТЛ)	Отливки — НД заводов-изготовителей.

Массовая доля элементов, %								Температура критических точек, °С			
C	Si	Mn	S	P	Cr	Mo	Ti	Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
0,12–0,19	1,20–1,70	≤ 0,70	≤ 0,030	≤ 0,035	5,00–6,50	0,45–0,60	0,08 (по расчету)				

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда		не менее						
ДЦ	Отжиг	850–870	Печь, воздух	100	348	545	15	30	—	—	—

Назначение. Детали, работающие под нагрузкой при температуре до 750°С: полуосниковые балки тележек обжиговых машин.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °С						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С		Жидкотекучесть		Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %		Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В термообработанном состоянии при $\sigma_в$ = 540 Н/мм² K_v = 1,1 (твердый сплав), K_v = 0,37 (быстрорежущая сталь)	Склонность к отпускной хрупкости

Марка стали	Вид поставки
15Х11МФБЛ (1Х11МФБЛ, Х11ЛА)	Отливки — ОСТ 108.961.04–80.

Массовая доля элементов, %, по ОСТ 108.961.04–80

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Fe	Nb	Al	Cu
0,13–0,20	≤ 0,55	0,60–1,00	≤ 0,025	≤ 0,030	10,0–12,0	0,50–0,90	0,80–1,05	0,20–0,30	основа	0,10–0,25	—	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки: Операция	t, °C	Охлаждающая среда	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
					не менее						
ОСТ 108.961.04–80	Отжиг	710–730	С печью до 200°С, воздух		471	608	13	35	29	—	192–248
	Нормализация	1130–1150	Воздух								
	Нормализация	1040–1060	Воздух								
	Отпуск	750–770	Воздух								

Для крупных поковок применяется принудительное воздушное или воздушно-водяное охлаждение.

Рекомендуется при $\sigma_{0,2} > 550$ Н/мм² производить доотпуск.

Назначение. Детали турбин, работающие при температуре до 580°С.

Сталь жаропрочная мартенситно-ферритного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч	

Чувствительность к охрупчиванию при старении		
Время, ч	t, °C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		29
10000	610	30–130
10000	650	36–125

Жаростойкость

Среда	t, °C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Пар	580	0,08	
15% H_2O	580	0,03	
15% H_2O	600	0,11	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1484–1494	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 1,0$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,1$
Линейная усадка, %	2,2–2,3	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 0,5$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{п.у} = 0,5$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температуры критических точек, °С			
		Ac_3	Ac_1	Ar_1	Ar_3
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Необходимы предварительный и сопутствующий подогревы, последующая термообработка.	В состоянии нормализации при 207–240 НВ и $\sigma_в \geq 650$ Н/мм² $K_v = 0,55$ (твердый сплав), $K_v = 0,3$ (быстрорежущая сталь)	810–830	875–900	—	—

Марка стали	Вид поставки
20Х12ВНМФЛ (15Х12ВНМФЛ, Х11ЛБ, ЭИ 802Л)	**Отливки** — ГОСТ 977–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Al
0,17–0,23	0,20–0,60	0,50–0,90	≤ 0,025	≤ 0,030	10,50–12,50	0,50–0,90	0,50–0,70	0,15–0,30	0,70–1,10	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Отжиг, отпуск	710–730 (10–15 ч)	С печью до 200°С	До 100	491	589	15	30	29	—	—
	Двойная нормализация[1]	1100 1050	Со скоростью 300 °С /ч, обдувка воздухом								
	Отпуск	710–730 (10–15 ч)	С печью до 200°С								

[1] Мелкие отливки (толщина стенки до 5 мм) могут подвергаться одной нормализации при температуре 1070–1090°С.

Назначение. Цилиндры, сопла, диафрагмы и другие детали арматуры, работающие при температуре до 580–600°С.

Сталь коррозионно-стойкая, жаропрочная при температуре до 650°С.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч	

Чувствительность к охрупчиванию при старении		
Время, ч	t, °C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		29
20000	565	70
20000	600	70
3000	650	70

Жаростойкость			
Среда	t, °C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч
Водяной пар	565 580	0,03–0,07 0,05–0,08	
Увлажненный воздух (15% H_2O)	580 600	0,025–0,030 0,045–0,120	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °C	1483–1497	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 1,0$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,1$
Линейная усадка, %	2,2–2,3	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 0,5$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{т.п} = 0,5$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °C			
		Ac_1	Ac_3	Ar_1	Ar_3
Трудно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Необходимы предварительный и сопутствующий подогревы и последующая термообработка.	В нормализованном и отпущенном состоянии при 239 НВ K_v = 0,8 (твердый сплав), K_v = 0,3 (быстрорежущая сталь)	810–820	880–890	—	—

Марка стали	Вид поставки
30Х16Н22В6БЛ (ЦЖ 13Л)	Отливки — ОСТ 108.961.04–80.

Массовая доля элементов, %, по ОСТ 108.961.04–80

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Nb	W	Fe	Al	Cu
0,24–0,30	≤ 0,60	1,80–1,20	≤ 0,020	≤ 0,020	15,0–17,0	21,00–23,00	—	0,80–1,20	5,50–6,50	основа	—	—

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	НВ
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ОСТ 108.961.04–80	Закалка	1190–1200	Вода или воздух		290	589	20	—	29	—	187–217
	Отпуск	790–810	Воздух								

Назначение. Детали, работающие при температуре до 700–750°С.

Сталь жаропрочная аустенитного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Коэффициент чувствительности к надрезу за 10^4 ч	Жаростойкость			
	Среда	t, °C	Скорость коррозии, мм/год	База испытаний, ч

Чувствительность к охрупчиванию при старении

Время, ч	t, °C	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		29
30000	700	29
50000	750	17
30000	800	20

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °C		Жидкотекучесть		Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %		Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Не применяется для сварных конструкций.	В состоянии закалки и отпуска при 187–217 НВ и $\sigma_в$ = 590 Н/мм² K_v = 0,8 (твердый сплав), K_v = 0,53 (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

Марка стали	Вид поставки
3Н19Н9МВБТЛ (ЭИ 572Л)	Отливки — ГОСТ 977–88.

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 977–88

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Nb	W	Ti	Fe
0,26–0,35	≤ 0,80	0,80–1,50	≤ 0,020	≤ 0,035	18,0–20,0	8,00–10,00	1,00–1,50	0,20–0,50	1,00–1,50	0,20–0,50	основа

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ГОСТ 977–88	Закалка	1150–1180	Вода								
	Старение	700–800	Воздух	До 100	294	540	12	—	29	—	207–241[1]

[1] Данные ЦНИИТМАШ.

Назначение. Рабочие колеса турбины турбокомпрессоров, турбинные и направляющие лопатки, направляющие аппараты.

Сталь жаропрочная аустенитного класса.

Механические свойства при повышенных температурах

Режим термообработки	Температура, °C	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²
Закалка, 1150–1180 °C + Отпуск высокий, 700–800 °C, воздух	20	350	700	25	30	30–40
	500	250	550	20	25	40–50
	600	240	500	17	23	50–70
	650	180	390	22	27	60

Длительная прочность и сопротивление ползучести

Температура, °C	σ_{100}, Н/мм²	σ_{1000}, Н/мм²	σ_{10000}, Н/мм²	σ_{100000}, Н/мм²	σ_{200000}, Н/мм²
550	–	270	–	225	–
600	–	220	–	185	–

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °C		Жидкотекучесть		Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %		Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура критических точек, °C			
		Ac_1	Ac_3	Ar_3	Ar_1
Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ.	В состоянии закалки и старения при $\sigma_в$ = 540 Н/мм² K_v = 0,5 (твердый сплав), K_v = 0,3 (быстрорежущая сталь)				

Марка стали	Вид поставки
20Х25Н13АТЛ	Фасонное литье — ОСТ 108.961.04–80.

Массовая доля элементов, %, по ОСТ 108.961.04–80

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	N	Fe	Ti	Al	Cu
0,13–0,20	≤ 0,70	1,00–1,50	≤ 0,025	≤ 0,025	23,0–25,0	12,0–14,0	—	0,08–0,18	основа	0,10–0,20	—	≤ 0,30

Механические свойства при комнатной температуре

НД	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	HRC	HB
	Операция	t, °C	Охлаждающая среда		не менее						
ОСТ 108.961.04–80	Аустенизация	1160–1180	Воздух		235	441	20	30	34	—	—
	Старение	760–780, 10 ч	С печью								

Назначение. Детали, работающие при температуре до 650°С в окислительных средах с малым и средним содержанием сернистых газов; рубашки цилиндров газовых турбин.

Сталь жаропрочная аустенитного класса.

Предел выносливости, Н/мм²		Термообработка	Ударная вязкость, KCU, Дж/см², при t, °C						Термообработка
σ_{-1}	τ_{-1}		+ 20	0	– 20	– 40	– 60	– 80	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С	1392–1422	Жидкотекучесть	$K_{ж.т} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной раковины	$K_{у.р} = 1,0$
Линейная усадка, %	2,7–2,8	Показатель трещиноустойчивости	$K_{т.у} = 0,9$	Склонность к образованию усадочной пористости	$K_{п.о} = 1,5$

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Флокеночувствительность
Сваривается без ограничений. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ.	В состоянии аустенизации и старения при $\sigma_в = 450$ Н/мм² $K_v = 0,8$ (твердый сплав), $K_v = 0,48$ (быстрорежущая сталь)	Не чувствительна
		Склонность к отпускной хрупкости
		Не склонна

СПЛАВЫ НА НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ ДЛЯ ОТЛИВОК

Марка сплава	Вид поставки
ХН65ВМТЮЛ (ЭИ 893Л)	Отливки — ТУ 108.02.104–84, ТУ 108.01.053–85, ТУ 108.02.046–82, ТУ 108.02.042–82, ТУ 108.02.036–81, ТУ 108.2.01.131–75, ТУ 108.02.010–76. Шахтная заготовка (ПШЗ) — ТУ 108.1109–82.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 108.01.053–85

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Fe	W	Ti	Al	Ce	B
≤ 0,05	≤ 0,60	≤ 0,50	≤ 0,012	≤ 0,015	15,0–17,0	основа	3,50–4,50	≤ 3,00	8,50–10,00	1,30–1,60	1,40–1,70	По расчету 0,025	По расчету 0,01

Механические свойства

НД	Режим термообработки	Сечение, мм	t испытания, °С	Кратковременные свойства						Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	НВ	σ, Н/мм²	τ, ч
				не менее							не менее
ТУ 108.1109–82	Нагрев, 1180°С, 4 ч, воздух Старение 850°С, 16 ч, воздух	≥ 90	20	461	581	14	14	28	—	—	—
			750	—	—	—	—	—	—	314	100
			800	—	—	—	—	—	—	235	100
ТУ 108.01.053–85		Лопатки	20	460	590	14	—	29	—	—	—
ТУ 108.02.104–84			700	—	—	—	—	—	—	390	100
ТУ 108.02.042–82			20	440	590	13	—	29	—	—	—
			750	390	410	10	—	—	—	—	—
ТУ 108.2.01.131–75			20	440	590	13	—	29	—	—	—
			700	—	—	—	—	—	—	390	100
ТУ 108.02.036–81			20	440	590	13	—	29	—	—	—

ХН65ВМТЮЛ (ЭИ 893Л)

Назначение. Литые лопатки, сегменты и другие детали газовых турбин, работающих при температуре до 750°С.

Условия испытания			Предел выносливости, Н/мм², при t, °С		Малоцикловая выносливость		
Тип образца	Цикл	N	20	750	Максимальная температура цикла, °С	Размах упруго-пластической деформации Δε, %	N
Гладкие	симметричный	10^7	314	240			
С надрезом	симметричный	10^7	—	182			

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения

Режим старения t, °С	Режим старения τ, ч	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		493	726	23	93
600	10000	640	850	12,5	35
650	10000	590	780	14,0	40
700	10000	580	770	13,5	24
750	10000	560	740	12,0	22
800	10000	450	730	18,0	60
850	10000	400	660	18,0	—

Жаростойкость

Среда	t, °С	Глубина коррозии, мм	База испытания, ч
Воздух	500	0,00018	500
	550	0,00031	
	650	0,0006	
	700	0,0006	
	750	0,00085	
	800	0,00086	
Продукты сгорания газотурбинного топлива: воздух: обмазка, содержащая V_2O_5 – 1,8%, Na_2SO_4 – 66,2% и другие окислы	500	0,0004	500
	550	0,00055	
	600	0,00125	
	650	0,0015	
	700	0,0026	
	750	0,0048	
	800	0,00125	

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С		Жидкотекучесть, мм	430	Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %	1,9	Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Температура, °С				
		Ликвидуса	Солидуса	Перегрева металла при плавлении	Заливки	Формы
Трудно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В термообработанном состоянии при $\sigma_в$ = 580 Н/мм², K_v = 0,1 (твердый сплав), K_v = 0,05 (быстрорежущая сталь)	1415	1360	1580–1600	1460–1540	950

Марка сплава	Вид поставки
ХН70КВМЮТ (ЦИК 17П)	Литая прутковая шихтовая заготовка жаропрочного коррозионностойкого никелевого сплава, полученная вакуумно-индукционным методом — ТУ 1-801-288-91.Р2, ТУ 1-809-1079-98.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 1-809-1079-98

C	Cr	Co	Mo	W	Al	Ti	Nb	Fe	B	Ce	Ni
0,10–0,15	12,8–14,0	1,00–1,70	0,70–1,40	3,00–3,70	4,00–4,60	5,00–5,60	0,30–0,70	0,50–2,00	0,010–0,015	≤ 0,025	основа

Механические свойства

НД	Режим термообработки	Сечение, мм	t испытания, °С	Кратковременные свойства						Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	НВ	σ_t, Н/мм²	τ, ч
				не менее							не менее
ТУ 1-801-288-91.Р2	Образцы с равноосной структурой, залитые в холодные керамические формы, и без термообработки	ø 90	20	686	883	3	—	9,8	—	—	—
			900	—	—	—	—	—	—	196	40
ТУ 1-809-1079-98	Образцы с равноосной структурой, залитые в горячие керамические формы, и без термообработки	ø 90	20	686	883	3	—	9,8	—	—	—
			900	—	—	—	—	—	—	196	40

Назначение. Для литья лопаток ГТУ с равноосной структурой лопаток ГТУ и интегральных колес турбонаддува дизелей и других деталей горячего тракта ГТУ.

Условия испытания			Предел выносливости, σ_{-1}, Н/мм², при t, °С
Тип образца	Цикл	N	750
Гладкие	симметричный	2×10^7	280

Термическая усталость интегральных колес	
Условия испытания	N
80 тыс. обор/мин при 800°С; 3 мин II 57 тыс. обор/мин при 400°С; 3 мин	2000–5000

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения

Режим старения		$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²
t, °С	τ, ч				
Исходное состояние		717	850	7,0	31
700	500	841	915	3,3	27
700	1000	868	905	3,3	23

Образцы с равноосной структурой без термообработки.

Жаростойкость

Среда	t, °С	Глубина коррозии, мм	База испытания, ч

Технологические характеристики

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Пайка	Температура, °С				
			Ликвидуса	Солидуса	Перегрева металла при плавлении	Заливки	Формы
Удовлетворительно свариваемый. Способ сварки: трением. Трудно свариваемый. Способ сварки: РАД.	В исходном состоянии при $\sigma_в$ = 850 Н/мм² K_v = 0,02–0,03 (твердый сплав)	—	1330	1242	—	—	—

Марка сплава	Вид поставки
ХН60КВМЮТБ (ЦНК 21П)	Литая прутковая шихтовая заготовка жаропрочного коррозионностойкого никелевого сплава, полученная вакуумно-индукционным методом — ТУ 1-801-288-91.Р2, ТУ 1-809-1079-98.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 1-809-1079-98

C	Cr	Co	Mo	W	Al	Ti	Nb	Mn	B	Ce	Ni
0,05–0,10	20,0–22,0	10,0–11,5	1,00–1,20	2,00–2,60	2,10–2,70	3,00–3,80	0,50–0,90	≤ 0,30	0,008–0,015	≤ 0,02	основа

Механические свойства

НД	Режим термообработки	Сечение, мм	t испытания, °С	Кратковременные свойства						Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	НВ	σ, Н/мм²	τ, ч
				не менее							не менее
ТУ 1-801-288-91.Р2	Образцы с равноосной структурой, залитые в холодные керамические формы, и без термообработки	ø 90	20	500	700	3	—	10	—	—	—
			850	—	—	—	—	—	—	225	40
ТУ 1-809-1079-98	Образцы с равноосной структурой, залитые в горячие керамические формы. Закалка 1140°С, 3 ч, воздух. Нагрев 1000°С, 2 ч, воздух. Старение 840°С, 24 ч, воздух	ø 90	20	500	700	3	—	10	—	—	—
			850	—	—	—	—	—	—	225	40

Назначение. Для литья лопаток ГТУ с равноосной структурой и других деталей горячего тракта ГТУ и дизелей.

Условия испытания			Предел выносливости, σ_{-1}, Н/мм², при t, °С			Малоцикловая выносливость		
Тип образца	Цикл	N	20	800	850	Максимальная температура цикла, °С	Размах упруго-пластической деформации Δε, %	N
Гладкие	симметричный	2×10^7	185	290	275	850	0,42	5×10^3
							0,33	1×10^4

ХН60КВМЮТБ (ЦНК 21П)

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения

Режим старения t, °С	Режим старения τ, ч	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²
Исходное состояние		625	836	7,3	16
700	3000	700	805	3,4	16
800	3000	595	800	5,9	19
850	3000	560	785	7,7	18

Образцы с равноосной структурой.

Жаростойкость

Среда	t, °С	Глубина коррозии[1], мм	Суммарная глубина коррозии[2], мм	База испытания, ч
Расплав[3]: NaCl – 25% + + Na_2SO – 75%	850	0,028	—	100
Продукты сгорания природного газа: O_2 – 16–18%, CO_2 – 2–3%, H_2O – 4–6%, N_2 – остальное; с обмазкой: NaCl – 3,0%, Na_2SO_4 – 40%, и другие окислы	850	0,006	0,10	1000
		0,022	0,35	3000

[1] Глубина коррозии, определяемая по ГОСТ 6130–71 п. 5.2 и 6.1.1.

[2] Суммарная глубина коррозии, определяемая по ГОСТ 6130–71 п. 5.5 и 6.1.3.

[3] Данные МГУ им. Ломоносова.

Технологические характеристики

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Пайка	Температура, °С				
			Ликвидуса	Солидуса	Перегрева металла при давлении	Заливки	Формы
Трудно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В исходном состоянии при $\sigma_в$ = 836 Н/мм² K_c = 0,02–0,03 (твердый сплав)	Диффузионно-активированная пайка осуществляется специприпоями; режим пайки совмещается с режимом термообработки сплава	1360	1261	—	—	—

Марка сплава	Вид поставки
ХН64ВМКЮТ (ЭМИ 3)	Шахтовая заготовка — ТУ 108.1119–82. Лопатки — ТУ 481.981.6.00009.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 481.981.6.00009(ЭМИ 3У)

C	Cr	Co	W	Mo	Ti[1]	Al[1]	Ni	B	Zr	Mn	Si	S	P	Fe	La	Y
0,07–0,15	12,5–14,0	4,00–6,00	6,50–8,00	0,50–1,25	4,00–5,50	2,80–4,00	основа	По расчету 0,015	—	≤ 0,30	≤ 0,40	≤ 0,010	≤ 0,015	≤ 1,50	По расчету 0,01	По расчету 0,03

[1] Сумма Al и Ti должна быть равна 7,5–8,5%.

Механические свойства

НД	Режим термообработки	Сечение, мм	t испытания, °С	Кратковременные свойства						Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	НВ	σ_t, Н/мм²	τ, ч
				не менее							не менее
ТУ 108.1119–82	Закалка 1160°С, 4 ч, охлаждение с печью до 1050°С, 4 ч, охлаждение на воздухе, отпуск 830°С, 24 ч, охлаждение на воздухе	ø 90	20	700	800	3	—	15	—	—	—
			800	680	800	4	—	—	—	410	100
			850	—	—	—	—	—	—	330	100
ТУ 481.981.6.00009	Закалка 1180°С, 4 ч, охлаждение со скоростью 10–15°С /мин до 1050°С, 2 ч, охлаждение со скоростью 20–40°С /мин до открытия печи	Лопатки до нанесения покрытий	20	716[2]	834	3	—	—	—	—	—
				608[3]	706	2,5	—	—	—	—	—
			800	686[2]	784	3	—	—	—	—	—
				588[3]	666	2,5	—	—	—	—	—
	Старение 850°С, 16 ч, охлаждение со скоростью 20–40°С /мин до открытия печи		900	—	—	—	—	—	—	216[2]	40
				—	—	—	—	—	—	206[3]	40
	Нагрев до 1030°С, выдержка 2 ч, охлаждение со скоростью 20–40°С /мин	Лопатки с покрытиями	20	686[2]	784	3	—	—	—	—	—
				608[3]	706	2,5	—	—	—	—	—
			800	637[2]	784	3	—	—	—	—	—
				588[3]	666	2,5	—	—	—	—	—
	Старение 850°С, 16 ч, охлаждение со скоростью 20–40°С /мин		900	—	—	—	—	—	—	216[2]	40
				—	—	—	—	—	—	206[3]	40

[2] Отдельно отлитые образцы.

[3] Образцы, изготовленные из лопаток.

ХН64ВМКЮТ (ЭМИ 3)

Назначение. Литые лопатки высокотемпературных газовых турбин.

Условия испытания			Предел выносливости, Н/мм², при t, °С		
Тип образца	Цикл	N	20	700	800
Гладкие	симметричный	10^7	291	332	403
С надрезом	симметричный	10^7	213	268	325
Гладкие	симметричный	10^8	222	253	257
С надрезом	симметричный	10^8	150	199	169

Малоцикловая выносливость		
Максимальная температура цикла, °С	Размах упруго-пластической деформации Δ ε, %	N
900	0,58	1×10^3
	0,42	5×10^3
	0,34	1×10^4
	0,2	4×10^4

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения

Режим старения		$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²
t, °С	τ, ч				
Исходное состояние		785	905	4,5	21
700	3000	880	950	3,0	—
750	3000	810	870	2,0	13
800	3000	750	860	2,7	13
850	3000	705	800	3,4	15
900	5000	590	810	6,2	20

Жаростойкость

Среда	t, °С	Глубина коррозии[4], мм	Суммарная глубина коррозии[5], мм	База испытания, ч
Продукты сгорания природного газа: O_2 – 16–18%, CO_2 – 2–3%, H_2O – 4–6%, N_2 – остальное; с обмазкой: NaCl – 0,4%, Na_2SO_4 – 1,3% и другие окислы	850	0,0025	0,037	1000
Продукты сгорания газотурбинного топлива: воздух; обмазка: V_2O_5 – 1,8%, Na_2SO_4 – 66,2% и другие окислы	800	0,026	—	1000
	850	0,043	—	1000

[4] Глубина коррозии, определяемая по ГОСТ 6130–71 п. 5.2 и 6.1.1.

[5] Суммарная глубина коррозии, определяемая по ГОСТ 6130–71 п. 5.5 и 6.1.3.

Технологические характеристики

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Пайка	Температура, °С				
			Ликвидуса	Солидуса	Перегрева металла при плавлении	Заливки	Формы
Трудно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В закаленном и отпущенном состоянии при $\sigma_в$ = 800 Н/мм² K_v = 0,05 (твердый сплав)	Технологичен при диффузионно активированной пайке. Припой: ВПР-11–40Н, ВПР-25, ВПР-22	1335	1220	1600	1540–1560	800–850

Марка сплава	Вид поставки
ХН65ВКМБЮТ (ЭИ 539ЛМУ)	Шихтовая заготовка — ТУ 108.1118–82. Лопатки — ТУ 108.02.058–82, ТУ 108.02.059–82.

Массовая доля элементов[1], %, по ТУ 108.02.058–82

C	Cr	Ni	Co	W	Mo	Nb	Ti	Al	Ce	Y	B	Fe	Si	Mn	S	P
0,08–0,14	15,7–17,1	основа	4,00–6,00	3,50–5,00	1,50–2,40	1,20–1,80	2,20–3,00	3,20–4,00	По расчету 0,02	По расчету 0,04	По расчету 0,02	≤ 1,00	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,010	≤ 0,015

[1] Сумма Ti и Al должна быть равна 5,6–6,4%.

Механические свойства

НД	Режим термообработки	Сечение, мм	t испытания, °С	Кратковременные свойства						Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	НВ	σ, Н/мм²	τ, ч
				не менее							не менее
ТУ 108.1118–82	Закалка 1180°С, 4 ч, охлаждение с печью до 1050°С, 4 ч, воздух, старение 850°С, 24 ч, воздух	ø 90	20	—	784	3	—	15	—	—	—
			800	—	—	—	—	—	—	412	100
			850	—	—	—	—	—	—	294	100
ТУ 108.02.058–82	Закалка 1180°С, 4 ч, охлаждение с печью до 900°С, в течение 1,5–2,0 ч, далее на воздухе, старение 850°С, 20 ч, воздух	Лопатки	20	—	726	3	—	—	—	—	—
			850	—	—	—	—	—	—	294	100
ТУ 108.02.059–82	Закалка 1180°С, 4 ч, охлаждение с печью до 1050°С, 4 ч, воздух, старение 850°С, 24 ч, воздух	Лопатки	20	—	784	3	—	—	—	—	—
			850	—	—	—	—	—	—	294	100

Назначение. Литые лопатки газовых турбин.

Условия испытания			Предел выносливости, σ_{-1}, Н/мм², при t, °С			Малоцикловая выносливость		
Тип образца	Цикл	N	20	700	800	Максимальная температура цикла, °С	Размах упруго-пластической деформации Δε, %	N
						800	0,5	1×10^3
							0,4	3×10^3
							0,34	1×10^4
							0,28	3×10^4

ХН65ВКМБЮТ (ЭИ 539ЛМУ)

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения

Режим старения		$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²
t, °C	τ, ч				
Исходное состояние		730	856	4,5	21
700	3000	820	870	1,8	10
800	3000	650	750	2,5	10
850	3000	660	780	3,2	11
900	5000	640	740	2,4	15

Жаростойкость

Среда	t, °C	Глубина коррозии[2], мм	Суммарная глубина коррозии[3], мм	База испытания, ч
Продукты сгорания природного газа: O_2 – 16–18%, CO_2 – 2–3%, H_2O – 4–6%, N_2 – остальное; с обмазкой: NaCℓ – 3,0%, Na_2SO_4 – 40% и другие окислы	800	—	0,1	1000
Продукты сгорания природного газа: воздух с обмазкой: NaCℓ – 3,0%, Na_2SO_4 – 40% и другие окислы	800	0,015	—	1000
Продукты сгорания газотурбинного топлива: воздух с обмазкой: V_2O_5 – 1,8%, Na_2SO_4 – 66,2% и другие окислы	800	0,0035	—	1000

[2] Глубина коррозии, определяемая по ГОСТ 6130–71 п. 5.2 и 6.1.1.

[3] Суммарная глубина коррозии, определяемая по ГОСТ 6130–71 п. 5.5 и 6.1.3.

Технологические характеристики

Свариваемость	Обрабатываемость резанием
Трудно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В состоянии закалки и отпуска при $\sigma_в$ = 800 Н/мм² K_v = 0,05 (твердый сплав)

Температура, °C

Ликвидуса	Солидуса	Перегрева металла при плавлении	Заливки	Формы
1330	1250	—	1450–1500	900–1050

Марка сплава	Вид поставки
ХН60КВМЮТ (ЦНК 7П)	Литая прутковая шихтовая заготовка жаропрочного коррозионностойкого никелевого сплава, полученная вакуумно-индукционным методом — ТУ 1-801-288-91.Р2, ТУ 1-809-1079-98.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 1-809-1079-98

C	Cr	Co	Mo	W	Al	Ti	Nb	Mn	B	Ce	Ni
0,07–0,13	14,0–15,5	8,00–9,50	0,20–0,70	6,20–7,20	3,60–4,30	3,60–4,40	—	≤ 0,30	0,0008–0,015	—	основа

Механические свойства

НД	Режим термообработки	Сечение, мм	t испытания, °C	Кратковременные свойства					НВ	Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²		σ, Н/мм²	τ, ч
				не менее							не менее
ТУ 1-801-288-91.Р2	Образцы с равноосной структурой, залитые в холодные керамические формы, и без термообработки	ø 90	20	735	833	3	—	9,8	—	—	—
			900	—	—	—	—	—	—	235	40
ТУ 1-809-1079-98	Образцы с равноосной структурой, залитые в горячие керамические формы. Закалка 1190°C, 4 ч, воздух. Нагрев 1050°C, 1,5 ч, воздух. Старение 850°C, 24 ч, воздух	ø 90	20	750	850	3	—	9,8	—	—	—
			900	—	—	—	—	—	—	235	40

Назначение. Для литья лопаток ГТУ с равноосной и направленной структурами и других деталей горячего тракта ГТУ и дизелей.

Условия испытания			Предел выносливости, Н/мм², при t, °C			Малоцикловая выносливость		
Тип образца	Цикл	N	20	750	850	Максимальная температура цикла, °C	Размах упруго-пластической деформации $\Delta\varepsilon$, %	N
Образцы с направленной структурой						850	Образцы с направленной структурой	
							1,0	$1{,}3\times10^3$
Гладкие	симметричный	10^7	200	275	345		0,8	$2{,}5\times10^3$
С надрезом	симметричный	10^7	—	—	270		0,6	8×10^3
Образцы с равноосной структурой							Образцы с равноосной структурой	
							1,0	520
Гладкие	симметричный	10^7	225	—	338		0,8	900
С надрезом	симметричный	10^7	—	—	284		0,6	1800

ХН60КВМЮТ (ЦНК 7П)

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения

Режим старения		$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²
t, °C	τ, ч				
Образцы с направленной структурой					
Исходное состояние		880	970	7,7	28
700	3000	900	960	3,5	20
800	3000	860	920	6,0	23
850	3000	840	910	5,0	25
Образцы с равноосной структурой					
Исходное состояние		800	925	6,4	25
700	3000	870	930	3,0	13
800	3000	750	850	3,5	13
850	3000	720	820	7,0	14

Жаростойкость

Среда	t, °C	Суммарная глубина коррозии[1], мм	База испытания, ч
Продукты сгорания природного газа: O_2 – 16–18%, CO_2 – 2–3%, H_2O – 4–6%, N_2 – остальное	750	0,05	5000
	800	0,072	5000
	850	0,091	5000
Продукты сгорания природного газа: O_2 – 16–18%, CO_2 – 2–3%, H_2O – 4–6%, N_2 – остальное; с обмазкой: NaCl – 3,0%, Na_2SO_4 – 75%, и другие окислы	750	0,18	5000
	800	0,27	5000
	850	0,44	5000

[1] Суммарная глубина коррозии, определяемая по ГОСТ 6130–71 п. 5.5 и 6.1.3.

Технологические характеристики

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Пайка	Температура, °C				
			Ликвидуса	Солидуса	Перегрева металла при плавлении	Заливки	Формы
Трудно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В исходном состоянии при $\sigma_в$ = 970 Н/мм² K_v = 0,02 (твердый сплав)	Диффузионно-активированная пайка осуществляется сверхприпоями; режим пайки совмещается с режимом термообработки сплава	1365	1279	—	—	—

Марка сплава	Вид поставки
ХН58ВКМТЮБ (ЦНК 8МП)	Литая прутковая шихтовая заготовка жаропрочного коррозионностойкого никелевого сплава, полученная вакуумно-индукционным методом — ТУ 1–801–288–91.Р2, ТУ 1–809–1079–98.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 1–809–1079–98

C	Cr	Co	Mo	W	Al	Ti	Nb	Mn	B	Ce	Ni
≤ 0,02	11,5–13,0	8,00–9,50	0,25–0,60	6,20–7,20	3,70–4,50	4,00–5,00	0,80–1,20	≤ 0,30	—	—	основа

Механические свойства

НД	Режим термообработки	Сечение, мм	t испытания, °С	Кратковременные свойства						Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	НВ	σ_t, Н/мм²	τ, ч
				не менее							не менее
ТУ 1–801–288–91.Р2	Образцы с равноосной структурой, залитые в холодные керамические формы, и без термообработки	ø 90	20	850	950	5	—	9,8	—	—	—
			900	—	—	—	—	—	—	245	40
ТУ 1–809–1079–98	Образцы с монокристаллической структурой, залитые в горячие керамические формы. Закалка 1250°С, 2 ч, воздух. Нагрев 1100°С, 5 ч, воздух. Старение 840°С, 24 ч, воздух	ø 90	20	850	950	5	—	9,8	—	—	—
			900	—	—	—	—	—	—	245	40

Назначение. Для литья лопаток ГТУ с монокристаллической структурой и интегральных колес турбонаддува дизелей.

Условия испытания			Предел выносливости, Н/мм², при t, °С			Малоцикловая выносливость		
Тип образца	Цикл	N	20	750	850	Максимальная температура цикла, °С	Размах упруго-пластической деформации Δ ε, %	N
Гладкие	симметричный	2×10^7	220	295	275	850	1,3	5×10^3
							1,20	6×10^3
С надрезом	асимметричный (σ_c = 150 Н/мм²)	2×10^7	—	—	205		1,15	1×10^4
							1,1	$1{,}3 \times 10^4$

ХН58ВКМТЮБ (ЦИК 8МП)

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения

Режим старения		$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²
t, °C	τ, ч				
Исходное состояние		1020	1170	12,2	35
700	3000	950	1190	13,5	—
800	3000	925	1095	12,5	31
850	3000	810	1085	13,0	37

Образцы с монокристаллической структурой ориентации < 100 >.

Жаростойкость

Среда	t, °C	Глубина коррозии[1], мм	Суммарная глубина коррозии[2], мм	База испытания, ч
Расплав[3]: NaCl – 25% + + Na_2SO – 75%	850	0,058	—	100
Продукты сгорания природного газа: O_2 – 16–18%, CO_2 – 2–3%, H_2O – 4–6%, N_2 – остальное; с обмазкой: NaCl – 3,0%, Na_2SO_4 – 40%, и другие окислы	850	—	0,16	1000
		—	0,22	3000

[1] Глубина коррозии, определяемая по ГОСТ 6130–71 п. 5.2 и 6.1.1.

[2] Суммарная глубина коррозии, определяемая по ГОСТ 6130–71 п. 5.5 и 6.1.3.

[3] Данные МГУ им. Ломоносова.

Технологические характеристики

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Пайка	Температура, °C				
			Ликвидуса	Солидуса	Перегрева металла при плавлении	Заливки	Формы
Трудно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД, и КТ.	В исходном состоянии при $\sigma_в$ = 1170 Н/мм² K_v = 0,02 (твердый сплав)	Диффузионно-активированная пайка осуществляется спецприпоями; режим пайки совмещается с режимом термообработки сплава	1374	1311	—	—	—

Марка сплава	Вид поставки
ХН65КМВЮТ (ЖС 6К)	**Паспортная пилотная заготовка (ЛПЗ)** — ТУ 108.1109–82. **Отливки лопаток: равноосное литье (РС)** — ТУ 108.02.104–84, ТУ 108.01.053–85, ТУ 24.2.08.125–75, ТУ 108.01.057–86; **направленная кристаллизация (НК)** — ТУ 108.02.068–82. ТУ 108.17.133–84, ТУ 108.02.132–88, ТТ 03.596–89.

Массовая доля элементов, %, по ТУ 108.01.053–85

C	Cr	Ni	Co	W	Mo	Ti	Al	B	Ce	Zr	Si	Mn	Fe	S	P
0,13–0,18	9,50–12,50	основа	4,00–5,50	4,50–5,50	3,50–4,50	2,50–3,20	5,00–6,00	По расчету 0,01	По расчету 0,015	По расчету 0,03	≤ 0,40	≤ 0,40	≤ 2,00	≤ 0,015	≤ 0,015

Массовая доля элементов, %, по ТУ 108.02.068–82

C	Cr	Ni	Co	W	Mo	Ti	Al	B	Ce	Zr	Si	Mn	Fe	S	P
0,13–0,17	9,50–12,50	основа	4,00–5,50	4,50–5,50	3,50–4,50	2,50–3,20	5,00–6,00	По расчету 0,01	По расчету 0,015	По расчету 0,03	≤ 0,40	≤ 0,40	≤ 2,00	≤ 0,015	≤ 0,015

Механические свойства

НД	Режим термообработки	Сечение, мм	t испытания, °С	Кратковременные свойства						Длительная прочность	
				$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	НВ	σ, Н/мм²	τ, ч
				не менее							не менее
ТУ 108.1109–82	Равноосное литье. Закалка. 1215°С, 4 ч, воздух	⌀ 90	20	800	930	2,5	3,0	14,7	—	—	—
			800	—	—	—	—	—	—	490	100
			900	—	—	—	—	—	—	265	100
ТУ 108.01.057–86; ТУ 108.01.053–85; ТУ 108.02.104–84	Равноосное литье. Закалка, 1215°С, 4 ч, воздух	Лопатки	20	780	880	2,5	—	—	—	—	—
			800	—	—	—	—	—	—	490	100
ТУ 108.02.068–82[1]	Направленная кристаллизация. Закалка, 1210°С, 4 ч, воздух	Лопатки	20	726	785	5		14,7	—	—	—
			800	—	—	—	—	—	—	481	100
ТУ 108.17.133–84[1]; ТУ 108.02.132–88; ТТ 03.596–89[1]	Направленная кристаллизация. Закалка, 1215°С, 4 ч, воздух	Лопатки	20	726	785	5		14,7	—	—	—
			800	—	—	—	—	—	—	481	100

[1] Окончательно обработанные лопатки должны проходить контрольные испытания на усталостную прочность. Лопатки не должны разрушаться через 10^7 циклов при симметричном цикле нагружения с напряжением не менее 168 Н/мм² по ТУ 108.02.068–82 и с напряжением 132 Н/мм² по ТУ 108.17.133–84 при температуре 750°С, и через 10^7 циклов при напряжении 196 Н/мм² и температуре 780°С по ТТ 03.596–89.

Назначение. Литые лопатки с равноосной и направленной структурой для высокотемпературных газовых турбин.

Условия испытания			Предел выносливости, σ_{-1}, Н/мм², при t, °С				Малоцикловая выносливость		
Тип образца	Цикл	N	20	800	850	900	Максимальная температура цикла, °С	Размах упруго-пластической деформации Δε, %	N
Равноосная структура, гладкие	симметричный	10^7	270	290–310	—	300	850	0,82	1×10^3
Направленная структура, гладкие	симметричный	10^7	—	—	320	300		0,8	4×10^3
								0,68	1×10^4

ХН65КМВЮТ (ЖС 6К)

Механические свойства при комнатной температуре после длительного старения

Режим старения t, °С	Режим старения τ, ч	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	KCU, Дж/см²
Образцы с равноосной структурой					
Исходное состояние		900–920	1000–1040	3,0–6,0	15–50
800	10000	840	960	1,7	9
850	10000	730	890	3,5	9
900	10000	690	890	4,3	12
950	10000	640	870	3,5	26
Образцы с направленной структурой продольные					
Исходное состояние		820–870	1000–1100	9,0–18,0	—
800	10000	820–840	990–1100	5,7–6,3	—
850	10000	820–840	960–980	7,3–8,1	—
900	10000	720–730	880–900	7,9–8,7	—
950	10000	630–650	850–880	8,2–9,3	—
Образцы с направленной структурой поперечные					
Исходное состояние		790	805	2,6	—
800	10000	820	930	2,5	—
850	10000	770	870	3,0	—
900	10000	730	810	3,5	—
950	10000	630	760	4,6	—

Жаростойкость

Среда	t, °С	Суммарная глубина коррозии[1], мм	База испытания, ч
Продукты сгорания природного газа: O_2 – 16–18%, CO_2 – 2–3%, H_2O – 4–6%, N_2 – остальное	800	0,017	1000
		0,025	2500
	850	0,041	1000
		0,083	5000
Продукты сгорания природного газа: O_2 – 16–18%, CO_2 – 2–3%, H_2O – 4–6%, N_2 – остальное; с обмазкой: NaCl – 3%, Na_2SO_4 – 40% и другие окислы	750	0,043	1000
		0,086	3000
	800	0,26	1000
	850	0,306	200
Продукты сгорания газотурбинного топлива: O_2 – 15–17%, CO_2 – 6–8%, SO_2 – 0,05–0,1%, H_2O – 6%, N_2 – остальное; с обмазкой: V_2O_5 – 2,6%, Na_2SO_4 – 21,7% и другие окислы	850	1,11	800

[1] Суммарная глубина коррозии, определяемая по ГОСТ 6130–71 п. 5.5 и 6.1.3.

Технологические характеристики

Температура начала затвердевания стали, °С		Жидкотекучесть		Склонность к образованию усадочной раковины	
Линейная усадка, %	1,5	Показатель трещиноустойчивости		Склонность к образованию усадочной пористости	
Объемная усадка, %	6				

Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Пайка	Температура, °С				
			Ликвидуса	Солидуса	Перегрева металла при плавлении	Заливки	Формы
Трудно свариваемый. Способы сварки: РД, РАД и КТ.	В термообработанном состоянии при $\sigma_в$ = 1000 Н/мм² K_v = 0,07 (твердый сплав)	Применяется контактно-реактивная и капиллярная пайка.	1335	1280	—	—	—

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1. Коэффициент линейного расширения α, 10^{-6} 1/°С

Марка стали, сплава	Коэффициент линейного расширения α, 10^{-6} 1/°С, при температуре, °С									
	20—100	20—200	20—300	20—400	20—500	20—600	20—700	20—800	20—900	20—1000
08кп	12,5	13,4	14,0	14,5	14,9	15,1	15,3	14,7	12,7	13,8
08	12,5	13,4	14,0	14,5	14,9	15,1	15,3	14,7	12,7	13,8
10кп	12,4	13,2	13,9	14,5	14,9	15,1	15,3	14,7	14,8	12,6
10	11,6	12,6	—	13,0	—	14,6	—	—	—	—
15кп	12,4	13,2	13,9	14,5	14,8	15,1	15,3	14,1	13,2	13,3
15	12,4	13,2	13,9	14,4	14,8	15,1	15,3	14,1	13,2	13,3
20кп	12,3	13,1	13,8	14,3	14,8	15,1	15,2	—	—	—
20	11,1	12,1	12,7	13,4	13,9	14,5	14,8	—	—	—
25	12,2	13,0	13,7	14,4	14,7	15,0	15,2	12,7	12,4	13,4
30	12,1	12,9	13,6	14,2	14,7	15,0	15,2	—	—	—
35	11,1	11,9	13,0	13,4	14,0	14,4	15,0	—	—	—
40	12,4	12,6	14,5	13,3	13,9	14,6	15,3	—	—	—
45	11,9	12,7	13,4	13,7	14,3	14,9	15,2	—	—	—
50	11,2	12,0	12,9	13,3	13,7	13,9	14,5	13,4	—	—
55	11,0	11,8	12,6	13,4	14,0	14,5	14,8	12,5	13,5	14,4
60	11,0	11,9	—	13,5	14,6	—	—	—	—	—
15К	—	12,0	12,8	13,6	13,8	14,0	—	—	—	—
20К	—	12,0	12,8	13,6	13,8	14,2	—	—	—	—
22К	12,6	12,9	13,3	13,9	—	—	—	—	—	—
А12	11,9	12,5	—	13,6	14,2	—	—	—	—	—
16ГС	11,1	12,1	12,9	13,5	13,9	14,1	—	—	—	—
20Х	11,3	11,6	12,5	13,2	13,7	—	—	—	—	—
30Х	12,4	13,0	13,4	13,8	14,2	14,6	14,8	12,0	12,8	13,8
35Х	11,3	12,0	12,9	13,7	14,2	14,6	—	—	—	—
38ХА	11,0	12,0	12,2	12,9	13,5	—	—	—	—	—
40Х	11,8	12,2	13,2	13,7	14,1	14,6	14,8	12,0	—	—
45Х	12,8	13,0	13,7	—	—	—	—	—	—	—
50Х	12,8	13,0	13,7	—	—	—	—	—	—	—
15Г	12,3	—	13,2	—	—	14,9	—	—	—	—
20Г	12,3	13,4	14,4	15,1	—	15,2	—	—	—	—
30Г	12,6	13,9	14,6	15,0	15,5	15,6	14,8	—	—	—
40Г	11,1	11,7	12,7	—	14,3	—	—	—	—	—
50Г	11,8	12,5	13,2	13,8	14,3	14,8	15,1	12,3	—	—
45Г2	11,3	11,9	12,7	—	14,7	—	—	—	—	—
10ГН2МФА, 10ГН2МФА-ВД, 10ГН2МФА-Ш	11,2	11,6	12,7	13,2	—	—	—	—	—	—
15ХФ	11,9	12,4	13,1	13,7	14,2	14,5	14,9	—	—	—
33ХС	12,0	12,8	13,4	13,7	14,3	14,7	15,0	12,4	—	—
38ХС	12,3	13,1	13,6	14,0	14,8	14,9	15,0	12,5	—	—

Продолжение табл. 1

Марка стали, сплава	Коэффициент линейного расширения α, 10^{-6} 1/°С, при температуре, °С									
	20—100	20—200	20—300	20—400	20—500	20—600	20—700	20—800	20—900	20—1000
40ХС	11,7	12,7	13,4	14,0	14,4	14,8	—	—	—	—
30ХМ, 30ХМА	12,3	12,5	12,9	13,9	14,4	—	—	—	—	—
35ХМ	12,3	12,5	12,9	13,9	14,4	—	—	—	—	—
40ХФА	12,1	12,6	13,0	13,3	13,8	14,2	14,6	11,8	—	—
40ХН	11,8	12,3	13,4	13,4	14,0	—	—	—	—	—
12ХН2	10,5	11,5	11,9	12,4	12,9	13,6	13,9	11,7	—	—
12ХН3А	11,8	13,0	14,0	14,7	15,3	15,6	—	—	—	—
20ХН3А	11,5	11,7	12,0	12,6	12,8	13,2	13,6	11,2	—	—
15Х2НМФА	10,5	11,2	11,9	12,6	—	—	—	—	—	—
15Х2НМФА-А, 15Х2НМФА класс 1	10,8	11,6	12,2	12,8	—	—	—	—	—	—
25ХГСА	12,2	13,0	13,6	14,0	14,2	14,4	14,5	12,3	—	—
30ХГС, 30ХГСА	11,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34ХН3М, 34ХН3МА	10,8	11,6	12,5	13,3	13,5	13,6	—	—	—	—
40ХН2МА (40ХНМА)	11,6	12,1	12,7	13,2	13,6	13,9	—	—	—	—
30ХН2МФА	11,1	11,7	12,3	12,9	13,3	13,7	—	—	—	—
38ХН3МФА	11,8	12,1	12,6	13,0	13,4	13,7	—	—	—	—
38Х2МЮА (38ХМЮА)	12,3	13,1	13,3	13,5	14,5	—	—	—	—	—
12МХ	11,2	12,5	12,7	12,9	13,2	13,5	13,8	—	—	—
15ХМ	11,9	12,6	13,2	13,7	14,0	14,3	—	—	—	—
20ХМ	11,9	12,6	13,2	13,7	14,0	14,3	—	—	—	—
12Х1МФ (ЭИ 575)	10,8	11,8	12,4	12,8	13,2	13,7	—	—	—	—
13Х1МФ (14Х1ГМФ, ЦТ 1)	9,5	10,7	11,8	12,5	13,1	13,4	13,6	—	—	—
15Х1М1Ф	11,2	11,7	12,5	13,0	13,5	13,7	—	—	—	—
12Х2МФСР	10,95	12,0	12,7	13,15	13,7	14,0	14,3	—	—	—
25Х1МФ (ЭИ 10)	10,9	12,0	12,7	13,7	13,72	13,82	14,0	—	—	—
25Х2М1Ф (ЭИ 723)	12,5	12,9	13,3	13,7	14,0	14,7	—	—	—	—
20Х1М1Ф1ТР (ЭП 182)	—	12,0	12,3	12,9	13,0	13,5	13,6	—	—	—
20Х1М1Ф1БР (ЭП 44)	—	—	—	—	—	14,5	—	—	—	—
20Х3МВФ (ЭИ 415, ЭИ 579)	10,6	11,5	11,8	12,1	12,6	13,0	—	—	—	—
15Х5М (12Х5МА, Х5М)	11,3	11,6	11,9	12,2	12,3	12,5	13,1	—	—	—
65Г	11,1	11,9	12,9	13,5	14,6	—	—	—	—	—
50ХФА	12,4	12,8	13,4	13,9	14,2	14,5	14,7	—	—	—
60С2, 60С2А	12,0	12,8	—	13,5	13,4	—	—	—	—	—
ШХ15	11,9	15,1	15,5	15,6	15,7	—	—	—	—	—
ШХ15СГ	—	13,4	13,6	—	—	—	—	—	—	—
95Х18 (9Х18, ЭИ 229)	11,7	12,1	12,4	12,9	13,3	—	—	—	—	—
10Х9МФБ (ДИ 82)	10,3	10,8	11,2	11,5	11,8	12,0	—	—	—	—
06Х12Н3Д	10,8	10,8	10,9	11,0	—	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 1

Марка стали, сплава	Коэффициент линейного расширения α, 10^{-6} 1/°С, при температуре, °С									
	20—100	20—200	20—300	20—400	20—500	20—600	20—700	20—800	20—900	20—1000
08Х13 (0Х13, ЭИ 496)	10,5	11,1	11,4	11,8	12,1	12,3	12,5	12,8	–	–
10Х12Н3М2ФА(Ш), 10Х12Н3М2ФА-А(Ш)	10,7	11,1	11,3	11,7	12,0	12,1	–	–	–	–
12Х13 (1Х13)	10,2	11,2	11,4	11,8	12,2	12,4	12,7	13,0	10,8	–
20Х13 (2Х13)	10,2	11,2	11,5	11,9	12,2	12,8	12,8	13,0	–	–
30Х13 (3Х13)	10,2	10,9	11,1	11,7	12,0	12,3	12,5	12,6	10,6	–
40Х13 (4Х13)	10,7	11,5	11,9	12,2	12,5	12,8	13,0	13,2	–	–
08Х14МФ	10,1	10,9	11,5	11,9	12,3	12,5	–	–	–	–
10Х14Г14Н4Т (Х14Г14Н3Т, ЭИ 711)	16,0	16,7	17,5	18,4	19,0	19,5	20,1	20,6	21,0	–
04Х14Н5МГТЮ	10,6	11,7	12,0	12,53	13,2	13,5	11,8	–	–	–
08Х17Т (0Х17Т, ЭИ 645)	10,0	10,0	10,5	10,5	11,0	–	–	–	–	–
12Х17 (Х17, ЭЖ 17)	10,4	10,5	10,8	11,2	11,4	11,6	11,9	12,1	–	–
14Х17Н2 (1Х17Н2, ЭИ 268)	9,8	10,6	11,8	11,0	11,1	11,3	11,0	10,7	11,4	–
10Х17Н13М2Т (Х17Н13М2Т, ЭИ 448)	15,7	16,1	16,7	17,2	17,6	17,9	18,2	–	–	–
10Х17Н13М3Т (Х17Н13М3Т, ЭИ 432)	16,5	17,5	18,0	18,5	19,0	–	–	–	–	–
015Х18М2Б-ВИ (ЭП 882-ВИ)	9,9	10,3	10,8	11,0	11,3	11,4	11,3	11,6	11,7	–
12Х18Н9 (Х18Н9)	16,5	17,2	17,7	18,1	18,3	18,6	18,9	19,3	19,7	–
12Х18Н9Т (Х18Н9Т)	16,6	17,0	17,6	18,0	18,3	18,6	18,9	19,3	19,5	–
17Х18Н9 (2Х18Н9)	16,0	17,0	17,5	17,9	18,5	18,6	18,9	19,1	19,3	–
08Х18Н10 (0Х18Н10)	16,0	17,0	17,0	18,0	18,0	–	–	–	–	–
08Х18Н10Т (0Х18Н10Т, ЭИ 914)	16,1	–	17,4	–	18,2	–	19,1	–	–	–
12Х18Н12Т (Х18Н12Т)	16,6	17,0	17,2	17,5	17,9	18,2	18,6	18,9	19,3	–
06ХН46Б (ЭП 350)	15,2	16,1	16,8	17,6	–	–	–	–	–	–
ХН70БДТ (ЭК 59)	12,9	13,3	13,7	14,1	–	–	–	–	–	–
06ХН28МДТ (0Х23Н28М3Д3Т, ЭИ 943)	10,9	12,9	13,6	14,4	14,9	15,3	16,8	16,3	16,8	–
08Х21Н6М2Т (0Х21Н6М2Т, ЭП 54)	9,5	13,8	16,0	16,0	16,3	16,7	17,1	17,1	17,4	–
08Х22Н6Т (0Х22Н5Т, ЭП 53)	9,6	13,8	16,0	16,0	16,4	16,2	16,5	16,7	17,1	–
03Х24Н6АМ3 (ЭИ 130)	14,6	15,3	16,0	16,5	16,9	17,3	17,9	18,2	18,5	–
40Х9С2 (4Х9С2, ЭСХ 8)	11,1	12,7	–	14,3	–	14,2	–	14,0	–	–
40Х10С2М (4Х10С2М, ЭИ 107)	10,0	11,0	11,0	11,0	–	–	–	11,0	–	–
12Х13Г12АС2Н2 (ДИ 50)	15,7	17,4	18,8	20,0	21,0	21,8	22,7	–	–	–
10Х13Г12БС2Н2Д2 (ДИ 59)	16,2	17,2	18,0	18,7	19,2	18,2	18,2	17,5	–	–

Продолжение табл. 1

Марка стали, сплава	Коэффициент линейного расширения α, 10^{-6} 1/°С, при температуре, °С									
	20—100	20—200	20—300	20—400	20—500	20—600	20—700	20—800	20—900	20—1000
36Х18Н25С2 (4Х18Н25С2, ЭЯ 3С)	13,0	13,9	14,7	—	—	16,1	—	—	—	—
01Х19Ю3БЧ-ВИ (02Х18Ю3Б-ВИ, ЭП 904-ВИ)	10,8	11,0	11,5	11,8	12,1	12,5	12,7	13,0	13,2	—
20Х20Н14С2 (Х20Н14С2, ЭИ 211)	16,0	—	—	—	—	18,1	18,3	18,5	18,8	—
05ХН46МВБЧ (ДИ 65)	13,4	14,0	14,7	15,2	15,7	16,0	16,4	16,7	16,9	—
ХН59ВГ-ИД (ЭК 82-ИД)	12,3	12,6	13,0	13,4	13,7	14,0	14,3	14,8	15,3	—
20Х23Н13 (Х23Н13, ЭИ 319)	14,9	15,7	16,6	17,1	17,5	17,8	18,2	—	—	—
20Х23Н18 (Х23Н18, ЭИ 417)	14,9	15,7	16,6	17,3	17,5	17,9	17,9	—	—	—
15Х25Т (Х25Т, ЭИ 439)	10,1	10,7	11,0	11,2	11,3	—	—	—	—	—
20Х25Н20С2 (Х25Н20С2, ЭИ 283)	16,1	—	—	—	—	17,8	17,8	18,1	18,5	—
15Х11МФ (1Х11МФ)	—	11,1	—	11,3	11,7	12,0	12,2	12,4	—	—
15Х11МФБ (1Х11МФБ)	10,0	10,4	10,8	11,3	11,5	12,0	12,2	12,4	—	—
12Х11В2МФ (типа ЭИ 756)	10,6	11,3	12,6	12,9	13,1	13,6	14,0	14,1	—	—
18Х11МНФБ (2Х11МФБН, ЭП 291)	10,3	10,6	10,8	11,3	11,7	12,0	12,4	12,8	—	—
18Х12ВМБФР-Ш (ЭИ 993-Ш)	11,15	11,3	11,42	11,8	12,0	12,15	12,1	12,6	11,6	—
20Х12ВНМФ (ЭП 428)	10,0	10,5	10,7	11,0	11,2	11,6	11,9	12,5	—	—
1Х14Н14В2М (ЭИ 257)	15,6	15,7	17,3	17,3	17,3	18,2	18,4	—	—	—
09Х14Н19В2БР1 (ЭИ 726)	15,2	16,3	16,9	17,5	17,8	18,1	18,6	18,6	18,9	—
08Х15Н24В4ТР (ЭП 164)	14,5	15,5	16,3	16,8	17,2	17,4	17,5	17,8	17,9	—
45Х14Н14В2М (ЭИ 69)	—	—	17,0	—	18,0	—	18,0	—	19,0	—
08Х16Н9М2 (Х16Н9М2)	17,1	17,6	18,1	18,4	19,0	19,3	19,6	19,8	—	—
08Х16Н13М2Б (ЭИ 405, ЭИ 680)	—	—	—	17,1	17,4	17,8	18,2	18,6	—	—
10Х16Н14В2БР (1Х16Н14В2БР, ЭП 17)	15,8	16,8	18,4	19,0	19,3	20,0	20,2	20,5	20,4—22,5	21,8
ХН80ТБЮ (ЭИ 607)	—	—	13,1	14,0	14,45	14,9	15,6	16,35	—	—
ХН80ТБЮА (ЭИ 607А)	—	—	13,1	14,0	14,45	14,9	15,6	16,35	—	—
ХН65ВМТЮ (ЭИ 893)	11,3	—	—	—	—	—	14,4	—	—	—
ХН70ВМЮТ (ЭИ 765)	12,2	12,6	13,2	—	—	—	—	—	—	—
ХН70ВМТЮ (ЭИ 617)	12,0	12,65	13,2	13,6	14,1	14,55	15,1	15,8	—	—
ХН73МБТЮ (ЭИ 698)	12,3	13,2	14,2	15,0	16,3	17,3	18,8	21,6	—	—
ХН75ВМЮ (ЭИ 827)	10,2	11,3	12,0	12,2	12,4	12,6	13,1	13,2	15,1	—
У8, У8А	11,4	12,2	13,0	13,7	14,3	14,8	15,2	14,5	15,2	15,7
У10, У10А	11,5	11,9	12,5	13,0	13,4	13,9	14,3	13,9	15,4	13,3

Продолжение табл. 1

Марка стали, сплава	Коэффициент линейного расширения α, 10^{-6} 1/°С, при температуре, °С									
	20—100	20—200	20—300	20—400	20—500	20—600	20—700	20—800	20—900	20—1000
У12, У12А	10,5	11,8	12,6	13,4	14,1	14,8	15,3	15,0	16,3	16,8
7Х3	10,0	14,01	15,24	15,2	–	–	–	–	–	–
5ХНМ	12,55	14,1	14,2	15,0	–	14,2	–	–	–	–
3Х3М3Ф	10,8	10,8	11,4	12,1	13,0	13,9	14,8	14,8	15,2	–
4Х5МФ1С (ЭП 572)	12,6	13,1	13,7	14,0	14,3	14,6	14,7	14,6	14,1	–
Р6М5	9,7	10,7	10,8	11,6	13,0	13,5	13,3	13,5	–	–
Р18	10,6	10,8	11,3	11,0	12,6	12,8	13,2	12,7	–	–
15Л	11,9	12,5	–	13,6	–	14,2	–	–	–	–
20Л	11,1	12,1	–	13,4	14,4	–	–	–	–	–
25Л	11,5	12,9	13,09	13,2	13,5	–	–	–	–	–
30Л	12,6	13,9	–	15,0	15,6	–	–	–	–	–
35Л	11,09	11,89	–	13,42	14,43	–	–	–	–	–
40Л	12,4	12,6	–	14,5	–	14,6	–	–	–	–
45Л	11,64	–	–	–	–	–	–	–	–	–
50Л	12,0	12,4	–	13,3	–	14,1	–	–	–	
32Х06Л	12,4	12,8	13,2	13,6	14,0	14,4	14,7	12,0	12,7	–
40ХЛ	12,2	12,7	13,1	13,4	13,8	14,2	14,6	11,8	12,6	–
20ГСЛ	11,63	12,64	13,38	13,57	14,22	14,5	14,5	–	–	–
20ХМЛ	10,9	12,4	12,8	13,1	13,6	13,9	–	–	–	–
35ХМЛ	12,2	12,6	13,4	14,3	14,5	14,6	14,7	12,2	12,7	–
35ХГСЛ	11,8	12,3	12,8	13,3	13,8	14,1	14,4	12,6	13,3	–
08ГДНФЛ	10,3	11,3	12,0	13,0	13,6	14,1	14,4	12,5	13,0	–
110Г13Л	18,0	19,4	–	21,7	–	–	–	–	–	–
06Х12Н3ДЛ	10,3	10,7	11,0	11,3	11,7	–	–	–	–	–
10Х12НДЛ	10,8	11,3	11,6	12,37	12,50	–	–	–	–	–
06Х14Н5ДМФЛ	11,8	12,4	13,6	14,3	14,8	–	–	–	–	–
10Х18Н3Г3Д2Л	14,3	14,7	15,5	16,0	16,4	–	–	–	–	–
20ХМФЛ	10,0	11,9	12,9	13,1	13,5	13,8	14,1	–	–	–
ХН65ВМТЮЛ (ЭИ 893Л)	11,5	11,8	12,3	12,7	13,0	13,3	14,0	14,6	–	–
ХН60КВМЮТБ (ЦНК 21П)	–	11,2	11,9	12,0	12,7	12,9	13,0	14,3	–	–
ХН64ВМКЮТ (ЗМИ 3)	12,4	12,6	12,9	13,2	13,5	13,9	14,4	15,2	–	–
ХН65ВКМБЮТ (ЭИ 539ЛМУ)	12,4	12,6	12,7	13,0	13,3	13,7	14,2	14,9	17,2	–
ХН60КВМЮТ (ЦНК 7П)	11,7	12,3	12,7	13,1	13,4	13,8	14,1	14,6	16,4	–
ХН58ВКМТЮБ (ЦНК 8МП)	–	12,15	–	13,11	–	13,84	–	14,84	16,55	–
ХН65КМВЮТ (ЖС 6К)	11,8	12,0	12,4	12,8	13,1	13,3	13,7	14,2	–	–

2. Теплопроводность λ, Вт/(м·°С)

Марка стали, сплава	Теплопроводность λ, Вт/(м·°С), при температуре, °С										
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Ст3сп	–	55	54	50	45	39	34	30	–	–	–
08кп	63	60	56	51	47	41	37	34	30	27	–
08	–	81	69	–	51	45	–	–	–	–	–
10кп	–	58	54	49	45	40	36	32	29	27	–
10	–	57	53	45	38	–	–	–	–	–	–
15кп	–	53	53	49	46	43	39	36	32	30	–
15	–	56	53	–	45	–	–	–	–	–	–
20кп	–	51	49	44	43	39	36	32	26	26	–
20	–	51	49	46	42	–	–	–	–	–	–
25	52	51	49	46	43	–	–	–	–	–	–
30	51	–	49	–	42	36	–	–	–	–	–
35	–	51	49	–	42	–	–	–	–	–	–
40	–	49	49	47	44	41	38	35	29	20	–
45	–	48	47	44	41	39	36	31	27	26	–
50	48	48	47	44	41	38	35	31	27	–	–
55	68	55	–	36	32	–	–	–	–	–	–
60	–	67	53	–	36	–	–	–	–	–	–
15К	–	57	53	–	45	–	–	–	–	–	–
20К	–	51	49	46	42	39	36	–	–	–	–
22К	–	50	48	46	44	41	–	–	–	–	–
А12	–	77	67	–	47	–	–	–	–	–	–
20Х	–	50	46	42	40	–	–	–	–	–	–
30Х	–	47	44	42	39	36	32	29	26	27	–
40Х	–	46	43	39	36	–	–	–	–	–	–
20Г	–	78	67	48	–	–	–	–	–	–	–
30Г	–	75	64	52	44	–	–	–	–	–	–
40Г	–	59	53	–	47	24	–	–	–	–	–
50Г	43	42	41	38	36	34	31	29	28	–	–
35Г2	–	40	38	37	36	35	–	–	–	–	–
45Г2	–	44	43	41	35	–	–	–	–	–	–
10ГН2МФА, 10ГН2МФА-ВД, 10ГН2МФА-Ш	–	36	40	43	44	–	–	–	–	–	–
15ХФ	–	43	42	42	40	36	34	30	–	–	–
33ХС	40	38	37	37	35	33	31	29	27	–	–
38ХС	–	–	36	–	35	33	–	–	–	–	–
40ХС	–	–	36	–	35	–	34	–	–	–	–
30ХМ, 30ХМА	43	36	34	33	–	31	–	–	–	–	–
35ХМ	–	36	34	33	–	–	–	–	–	–	–
40ХФА	–	52	49	45	42	–	–	–	–	–	–
40ХН	–	44	43	41	39	–	–	–	–	–	–
12ХН2	22	23	30	–	31	–	–	–	–	–	21
12ХН3А	31	–	–	–	–	26	–	–	–	–	–
20ХН3А	–	36	34	33	33	31	31	30	28	–	–
15Х2НМФА	–	29	30	31	32	–	–	–	–	–	–
15Х2НМФА-А, 15Х2НМФА класс 1	–	24	25	27	28	–	–	–	–	–	–
25ХГСА	35	36	37	37	39	34	32	31	29	–	–
30ХГС, 30ХГСА	–	38	41	38	37	36	35	34	32	–	–

Продолжение табл. 2

Марка стали, сплава	Теплопроводность λ, Вт/(м·°С), при температуре, °С										
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
34ХН3М, 34ХН3МА	–	41	38	34	31	–	–	–	–	–	–
40ХН2МА (40ХНМА)	–	46	44	40	38	–	–	–	–	–	–
30НХ2МФА	36	35	35	34	32	31	29	28	27	–	–
12МХ	–	52	52	52	49	47	46	44	–	–	–
15ХМ	–	44	43	41	39	36	33	–	–	–	–
20ХМ	–	46	44	43	–	40	–	–	–	–	–
12Х1МФ (ЭИ 575)	36	36	36	35	33	32	31	–	–	–	–
13Х1МФ (14Х1ГМФ, ЦТ 1)	34	39	40	36	35	33	31	–	–	–	–
15Х1М1Ф	–	41	40	39	37	36	34	–	–	–	–
12Х2МФСР	33	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
25Х1МФ (ЭИ 10)	–	42	41	41	39	–	–	–	–	–	–
25Х1М1Ф (Р2, Р2МА)	–	41	40	39	38	36	34	31	–	–	–
25Х2М1Ф (ЭИ 723)	–	33	32	30	28	28	26	–	–	–	–
20Х1М1Ф1ТР (ЭП 182)	–	42	41	40	40	39	39	38	–	–	–
20Х1М1Ф1БР (ЭП 44)	–	41	46	48	50	53	56	–	–	–	–
20Х3МВФ (ЭИ 415, ЭИ 579)	–	36	33	31	31	30	29	29	–	–	–
50ХФА	40	39	38	37	36	33	31	29	28	–	–
ШХ15	40	–	–	–	–	–	37	31	–	–	–
10Х9МФБ (ДИ 82)	27	28	28	28	28	28	29	–	–	–	–
06Х12Н3Д	–	29	28	26	24	–	–	–	–	–	–
08Х13 (0Х13, ЭИ 496)	–	28	28	28	28	27	26	26	25	27	–
12Х13 (1Х13)	–	28	28	28	28	27	26	26	25	27	–
20Х13 (2Х13)	–	26	26	26	26	27	26	26	27	28	–
30Х13 (3Х13)	–	26	27	28	28	27	27	27	25	27	–
40Х13 (4Х13)	25	26	27	28	29	29	29	28	28	29	–
08Х14МФ	25	28	29	31	33	35	37	–	–	–	–
10Х14Г14Н4Т (Х14Г14Н3Т, ЭИ 711)	19	18	19	17	21	23	24	26	43	–	–
08Х17Т (0Х17Т, ЭИ 645)	25	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12Х17 (Х17, ЭЖ 17)	–	24	24	25	26	26	–	–	–	–	–
14Х17Н2 (1Х17Н2, ЭИ 268)	21	22	23	24	24	25	26	27	28	30	–
10Х17Н13М2Т (Х17Н13М2Т, ЭИ 448)	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10Х17Н13М3Т (Х17Н13М3Т, ЭИ 432)	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
015Х18М2Б-ВИ (ЭП 882-ВИ)	–	20	21	21	22	–	–	–	–	–	–
12Х18Н9 (Х18Н9)	–	16	18	19	20	22	23	25	26	–	–
12Х18Н9Т (Х18Н9Т)	–	16	18	20	21	23	25	26	28	29	–
17Х18Н9 (2Х18Н9)	18	19	20	21	22	24	25	26	27	28	–
08Х18Н10 (0Х18Н10)	17	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
08Х18Н10Т (0Х18Н10Т, ЭИ 914)	–	16	18	19	–	–	–	–	–	–	–
12Х18Н12Т (Х18Н12Т)	15	16	18	19	21	23	25	27	26	–	–

Продолжение табл. 2

Марка стали, сплава	Теплопроводность λ, Вт/(м·°С), при температуре, °С										
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
06ХН46Б (ЭП 350)	13	13	14	16	17	20	22	25	–	–	–
ХН70БДТ (ЭК 59)	12	13	15	18	20	–	–	–	–	–	–
06Х28МДТ (0Х23Н28М3Д3Т, ЭИ 943)	13	13	15	17	–	22	24	25	26	–	–
08Х21Н6М2Т (0Х21Н6М2Т, ЭП 54)	13	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
08Х22Н6Т (0Х22Н5Т, ЭП 53)	–	15	16	18	20	21	23	24	27	30	–
40Х9С2 (4Х9С2, ЭСХ 8)	–	17	–	20	–	–	22	–	22	–	–
40Х10С2М (4Х10С2М, ЭИ 107)	17	18	20	22	22	24	25	26	–	–	–
12Х13Г12АС2Н2 (ДИ 50)	–	17	18	19	20	21	23	24	–	–	–
36Х18Н25С2 (4Х18Н25С2, ЭЯ 3С)	–	15	–	–	–	22	25	26	–	–	37
20Х20Н14С2 (Х20Н14С2, ЭИ 211)	–	15	17	18	19	21	23	24	26	28	–
05ХН46МВБЧ (ДИ 65)	–	10	12	15	16	21	24	27	30	32	34
20Х23Н13 (Х23Н13, ЭИ 319)	–	–	17	19	21	23	24	27	29	31	–
20Х23Н18 (Х23Н18, ЭИ 417)	14	16	–	19	–	22	–	–	–	–	–
15Х25Т (Х25Т, ЭИ 439)	17	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20Х25Н20С2 (Х25Н20С2, ЭИ 283)	–	15	–	–	–	22	24	25	27	29	–
15Х11МФ (1Х11МФ)	–	–	25	26	27	28	28	–	–	–	–
12Х11В2МФ (типа ЭИ 756)	–	25	24	24	23	22	21	–	–	–	–
18Х11МНФБ (2Х11МФБН, ЭП 291)	–	24	25	26	26	27	28	29	–	–	–
15Х12ВНМФ (ЭИ 802, ЭИ 952)	–	–	25	26	26	26	27	27	27	28	–
18Х12ВМБФР-Ш (ЭП 993-Ш)	–	–	25	27	27	30	30	33	29	–	–
37Х12Н8Г8МФБ (ЭИ 481)	–	17	18	20	21	23	25	26	27	29	–
1Х14Н14В2М (ЭИ 257)	–	6	12	17	21	24	27	30	–	–	–
09Х14Н19В2БР (ЭИ 695 Р)	15	15	16	17	17	19	21	23	26	–	–
09Х14Н19В2БР1 (ЭИ 726)	16	16	16	18	19	21	23	25	28	–	–
08Х15Н24В4ТР (ЭП 164)	12	14	15	15	17	20	24	26			
45Х14Н14В2М (ЭИ 69)	14	15	17	19	20	21	22	24	31		
08Х16Н13М2Б (ЭИ 405, ЭИ 680)	–	15	17	18	20	22	23	25	–	–	–
Х16Н16МВ2БР (ЭП 184)	14	15	16	18	19	21	23	25	–	–	–
10Х16Н14В2БР (1Х16Н14В2БР, ЭП 17)	–	16	22	23	23	26	30	–	–	–	–
31Х19Н9МВБТ (ЭИ 572)	–	15	16	18	20	22	23	25	–	–	–
ХН35ВТ (ЭИ 612)	–	13	16	17	19	21	22	24	26	–	–
ХН35ВТК (ЭИ 612К)	–	13	15	16	18	20	22	24	–	–	–
ХН35ВТЮ (ЭИ 787)	13	16	18	19	21	23	25	26	28	29	–
ХН35ВТР (ЭИ 725)	13	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН78Т (ЭИ 435)	–	19	17	18	21	23	25	27	29	–	32
ХН60ВТ (ЭИ 868)	10	10	12	14	16	19	20	23	26	28	–
ХН67ВМТЮ (ЭП 202, ЭИ 445Р)	14	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН77ТЮР (ЭИ 437Б)	–	14	16	17	19	21	23	25	28	–	–
ХН80ТБЮ (ЭИ 607)	–	13	15	18	20	22	24	26	29	–	–

Продолжение табл. 2

Марка стали, сплава	Теплопроводность λ, Вт/(м·°С), при температуре, °С										
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
ХН80ТБЮА (ЭИ 607А)	–	13	15	17	19	21	23	25	–	–	–
ХН65ВМТЮ (ЭИ 893)	13	–	13	14	15	17	20	23	27	–	–
ХН70ВМЮТ (ЭИ 765)	–	11	13	17	19	28	28	30	–	–	–
ХН70ВМТЮ (ЭИ 617)	–	10	11	13	15	17	19	22	24	27	–
ХН75ВМЮ (ЭИ 827)	9	10	12	13	15	18	20	22	25	28	–
У8, У8А	–	49	46	42	38	35	33	30	24	25	–
У12, У12А	–	45	43	40	37	35	32	28	24	25	–
4Х4ВМФС (ДИ 22)	26	27	29	30	31	32	32	33	32	33	–
3Х3М3Ф	31	32	34	36	36	36	35	34	33	34	–
4Х5МФ1С (ЭП 572)	26	27	29	30	31	32	32	33	32	33	–
Р18	–	26	27	28	29	28	27	27	–	–	–
15Л	–	79	67	–	48	42	–	–	–	–	–
20Л	–	78	67	48	–	–	–	–	42	–	–
25Л	51	75	63	44	38	–	–	–	–	–	–
30Л	–	75	64	44	38	–	–	–	–	–	–
35Л	–	75	64	52	38	–	–	–	–	–	–
40Л	–	59	53	47	41	–	–	–	–	–	–
45Л	–	68	55	36	31	–	–	–	–	–	–
50Л	–	68	55	36	31	31	–	–	–	–	–
32Х06Л	50	49	46	42	39	36	32	29	26	27	–
40ХЛ	48	46	45	42	39	35	32	28	27	27	–
20ГСЛ	37	38	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20ХМЛ	48	46	44	42	40	–	–	–	–	–	–
35ХМЛ	47	44	42	40	37	34	31	28	27	27	–
35ХГСЛ	36	37	38	38	37	35	33	32	30	29	–
08ГДНФЛ	39	39	39	39	37	35	32	30	28	27	–
110Г13Л	11	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15Х1М1ФЛ	–	41	40	39	37	36	34	32	–	–	–
20ХМФЛ	–	46	43	41	39	37	34	–	–	–	–
15Х11МФБЛ (1Х11МФБЛ, Х11ЛА)	–	–	26	26	27	27	28	28	–	–	–
20Х12ВНМФЛ (15Х12ВНМФЛ, Х11ЛБ, ЭИ 802Л)	–	25	26	27	28	29	30	30	–	–	–
ХН65ВМТЮЛ (ЭИ 893Л)	13	13	13	14	16	17	20	23	27	–	–
ХН70КВМЮТ (ЦНК 17П)	8	12	13	17	19	29	30	30	–	–	–
ХН60КВМЮТБ (ЦНК 21П)	9	11	13	17	19	29	30	30	–	–	–
ХН64ВМКЮТ (ЗМИ 3)	9	10	11	13	14	16	18	19	21	23	–
ХН65ВКМБЮТ (ЭИ 539ЛМУ)	10	11	12	13	15	17	18	20	22	23	–
ХН60КВМЮТ (ЦНК 7П)	9	10	11	13	14	16	18	21	23	26	–
ХН58ВКМТЮБ (ЦНК 8МП)	9	11	12	12	13	14	16	18	20	25	–
ХН65КМВЮТ (ЖС 6К)	8	9	11	12	14	15	17	19	22	24	–

3. Удельная теплоемкость C, Дж/(кг·°С)

Марки стали, сплава	Удельная теплоемкость C, Дж/(кг·°С), при температуре, °С										
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
08кп	–	482	498	514	533	555	584	626	695	695	–
08	–	465	477	–	510	–	565	–	–	–	–
10кп	–	466	479	–	512	–	567	–	–	–	–
10	–	465	477	–	510	–	565	–	–	–	–
15кп	–	465	486	515	532	565	586	620	691	–	–
15	–	469	481	–	523	569	–	–	–	–	–
20кп	–	486	498	514	533	555	584	636	703	695	–
20	–	469	481	–	536	569	–	–	–	–	–
25	–	469	481	–	519	569	–	–	–	–	–
30	–	469	481	544	523	762	–	–	–	–	–
35	–	469	481	–	523	569	–	–	–	–	–
40	–	469	481	519	523	–	574	–	–	–	–
45	–	469	481	–	523	–	574	–	–	–	–
50	–	–	–	561	641	787	–	–	–	–	–
55	–	477	486	–	523	569	–	–	–	–	–
60	–	481	486	–	528	–	565	–	–	–	–
15К	–	469	481	–	523	569	–	–	–	–	–
20К	–	469	481	–	536	569	–	–	–	–	–
22К	–	469	481	–	519	569	–	–	–	–	–
А12	–	469	–	477	515	–	569	–	–	–	–
30Х	482	496	513	532	555	583	620	703	687	678	–
15Г	–	496	–	538	–	592	–	–	–	–	–
20Г	–	469	481	–	536	569	–	–	–	–	–
30Г	–	469	481	544	599	762	–	–	–	–	–
40Г	–	486	481	–	490	–	574	–	–	–	–
50Г	487	500	517	533	559	584	609	676	–	–	–
45Г2	–	444	427	–	–	–	–	–	–	–	–
10ГН2МФА, 10ГН2МФА-ВД, 10ГН2МФА-Ш	–	469	553	599	628	–	–	–	–	–	–
33ХС	466	508	529	563	529	622	634	664	–	–	–
15Х2НМФА-А, 15Х2НМФА класс 1	–	490	515	540	569	–	–	–	–	–	–
25ХГСА	496	504	512	533	554	584	622	693	–	–	–
30ХН2МФА	466	508	529	567	588	–	–	–	–	–	–
12МХ	498	–	519	569	595	653	733	888	–	–	–
15ХМ	–	486	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12Х1МФ (ЭИ 575)	–	507	597	607	643	695	783	934	1025	–	–
25Х1МФ (ЭИ 10)	461	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
25Х2М1Ф (ЭИ 723)	–	536	574	607	632	674	733	–	–	–	–
20Х3МВФ (ЭИ 415, ЭИ 579)	–	502	561	611	657	716	754	–	–	–	–
06Х12Н3Д	–	523	544	577	594	–	–	–	–	–	–
08Х13 (0Х13, ЭИ 496)	462	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10Х12Н3М2ФА(Ш),10Х12Н3М2ФА-А(Ш)	–	510	538	562	588	627	–	–	–	–	–
12Х13 (1Х13)	473	487	506	527	554	586	636	657	666	–	–
30Х13 (3Х13)	473	486	504	525	532	586	641	679	691	–	–
40Х13 (4Х13)	452	477	502	528	553	578	620	666	691	–	–
08Х14МФ	460	473	502	540	574	682	754	–	–	–	–
08Х17Т (0Х17Т, ЭИ 645)	462	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12Х17 (Х17, ЭЖ 17)	462	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14Х17Н2 (1Х17Н2, ЭИ 268)	462	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10Х17Н13М2Т (Х17Н13М2Т, ЭИ 448)	504	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10Х17Н13М3Т (Х17Н13М3Т, ЭИ 432)	504	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
015Х18М2Б-ВИ (ЭП 882-ВИ)	–	473	519	578	636	–	–	–	–	–	–

Продолжение табл. 3

Марки стали, сплава	Удельная теплоемкость C, Дж/(кг·°C), при температуре, °C										
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
12Х18Н9 (Х18Н9)	504	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12Х18Н9Т (Х18Н9Т)	469	486	498	511	519	528	532	544	548	–	–
17Х18Н9 (2Х18Н9)	504	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
08Х18Н10 (0Х18Н10)	504	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
08Х18Н10Т (0Х18Н10Т, ЭИ 914)	461	494	515	536	549	561	574	595	–	–	–
12Х18Н12Т (Х18Н12Т)	461	494	515	540	548	561	574	595	–	–	–
ХН70БДТ (ЭК 59)	–	450	475	500	505	–	–	–	–	–	–
40Х10С2М (4Х10С2М, ЭИ 107)	–	–	–	532	561	586	–	–	–	–	–
12Х13Г12АС2Н2 (ДИ 50)	–	523	559	602	613	648	668	690	–	–	–
36Х18Н25С2 (4Х18Н25С2, ЭЯ 3С)	515	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
05ХН46МВБЧ (ДИ 65)	–	445	465	480	490	500	510	515	520	–	–
20Х23Н13 (Х23Н13, ЭИ 319)	538	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20Х23Н18 (Х23Н18, ЭИ 417)	538	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15Х25Т (Х25Т, ЭИ 439)	462	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18Х11МНФБ (2Х11МФБН, ЭП 291)	–	490	540	590	666	766	900	–	–	–	–
1Х14Н14В2М (ЭИ 257)	461	486	515	536	544	557	590	624	–	–	–
09Х14Н19В2БР1 (ЭИ 726)	502	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
45Х14Н14В2М (ЭИ 69)	–	–	–	507	511	523	528	–	–	–	–
ХН35ВТ (ЭИ 612)	–	511	544	569	590	595	595	–	–	–	–
ХН80ТБЮА (ЭИ 607А)	–	494	547	607	678	749	829	–	–	–	–
У8, У8А	477	511	528	548	565	594	624	724	724	703	–
У12, У12А	469	503	519	536	553	720	611	712	703	699	–
4Х5МФ1С (ЭП 572)	431	477	519	565	620	703	888	766	749	–	–
Р6М5	–	440	470	500	550	580	670	900	–	–	–
Р18	–	420	450	470	510	550	610	690	–	–	–
15Л	–	469	477	–	515	–	570	–	–	–	–
20Л	–	469	481	–	536	–	570	–	–	–	–
25Л	–	469	481	–	519	–	570	–	–	–	–
30Л	–	469	481	–	523	–	570	–	–	–	–
35Л	–	469	481	–	523	–	574	–	–	–	–
40Л	–	469	481	–	523	–	574	–	–	–	–
45Л	–	469	481	–	523	–	569	–	–	–	–
50Л	–	478	511	–	511	–	569	–	–	–	–
40ХЛ	–	491	508	525	538	569	588	626	701	689	–
20ГСЛ	–	469	482	–	536	569	–	–	–	–	–
20ХМЛ	–	498	572	588	612	660	–	–	–	–	–
35ХМЛ	–	479	500	512	529	550	580	617	689	685	–
35ХГСЛ	–	496	504	512	533	554	584	622	693	689	–
08ГДНФЛ	–	483	500	517	529	554	571	613	697	693	–
20ХМФЛ	–	498	574	590	615	666	741	–	–	–	–
15Х11МФБЛ (1Х11МФБЛ, Х11ЛА)	–	494	528	574	641	741	867	–	–	–	–
ХН65ВМТЮЛ (ЭИ 893Л)	425	430	440	470	500	510	550	615	650	–	–
ХН70КВМЮТ (ЦНК 17П)	440	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН64ВМКЮТ (ЗМИ 3)	430	450	470	490	515	540	565	590	625	650	1008
ХН65ВКМБЮТ (ЭИ 539ЛМУ)	424	436	480	493	505	518	548	596	650	692	710
ХН65КМВЮТ (ЖС 6К)	380	400	420	445	470	485	515	560	610	660	–

4. Модуль нормальной упругости E, кН/мм^2

Марка стали, сплава	Модуль нормальной упругости E, кН/мм^2, при температуре, °С										
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Ст2пс	198	183	175	167	158	—	—	—	—	—	—
Ст2сп	198	183	175	167	158	—	—	—	—	—	—
Ст3кп	213	208	202	195	187	176	167	153	—	—	—
Ст3пс	213	208	202	195	187	176	167	153	—	—	—
Ст3сп	194	192	187	183	178	167	159	146	120	99	—
Ст5пс	198	196	186	175	167	—	—	—	—	—	—
Ст5сп	198	196	191	185	164	—	—	—	—	—	—
Ст6пс	197	197	186	175	168	—	—	—	—	—	—
Ст6сп	197	197	186	175	168	—	—	—	—	—	—
08кп	203	207	182	153	141	—	—	—	—	—	—
08	203	207	182	153	141	—	—	—	—	—	—
10кп	186	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	206	190	195	186	178	169	157	—	—	—	—
15кп	201	192	185	172	156	—	—	—	—	—	—
15	198	183	—	166	154	—	—	—	—	—	—
20кп	212	208	203	197	189	177	163	140	—	—	—
20	198	183	176	167	158	—	—	—	—	—	—
25	198	196	191	185	164	—	—	—	—	—	—
30	200	196	191	185			163	—	—	—	—
35	206	197	183	176	167	—	—	—	—	—	—
40	209	206	—	196	—	—	—	—	—	—	—
45	200	—	191	190	172	—	—	—	—	—	—
50	216	211	—	216	—	177	—	—	—	—	—
55	210	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	204	—	208	189	175	—	—	—	—	—	—
75	191	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
85	191	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20К	200	196	191	184	177	—	—	—	—	—	—
22К	207	205	201	194	188	—	—	—	—	—	—
А12	198	183	—	167	154	—	—	—	—	—	—
30Х	208	211	—	197	—	175	—	—	—	—	—
40Х	214	211	—	197	—	—	—	—	—	—	—
50Х	—	—	—	206	—	207	—	—	—	—	—
15Г	—	186	183	—	—	—	—	—	—	—	—
20Г	204	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30Г	204	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40Г	200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50Г	216	213	208	199	185	174	160	142	130	—	—
35Г2	204	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40Г2	212	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45Г2	204	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10ГН2МФА, 10ГН2МФА-ВД, 10ГН2МФА-Ш	210	205	198	191	182	—	—	—	—	—	—
15ХФ	206	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33ХС	214	206	196	186	176	168	157	137	127	—	—
38ХС	219	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40ХС	219	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30ХМ, 30ХМА	209		204	197	188	—	—	—	—	—	—
35ХМ	209		204	197	188	—	—	—	—	—	—
40ХФА	203	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40ХН	200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12ХН3А	200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 4

Марка стали, сплава	Модуль нормальной упругости E, кН/мм^2, при температуре, °С										
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
20ХН3А	200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15Х2НМФА	215	211	206	199	191	–	–	–	–	–	–
15Х2НМФА-А, 15Х2НМФА класс1	214	210	205	198	190	–	–	–	–	–	–
25ХГСА	213	206	194	187	175	168	163	143	130	–	–
30ХГС, 30ХГСА	194	–	174	169	156	–	–	–	–	–	–
30ХН2МА	204	201	194	186	182	171	159	–	–	–	–
34ХН3М, 34ХН3МА	207	203	–	192	–	–	–	–	–	–	–
30ХН2МФА	216	207	206	188	176	169	–	–	–	–	–
12МХ	212	206	201	195	189	179	170	160	–	–	–
15ХМ	204	–	–	–	169	–	–	–	–	–	–
12Х1МФ (ЭИ 575)	209	206	202	197	189	179	166	–	–	–	–
13Х1МФ (14Х1ГМФ, ЦТ 1)	214	211	205	198	185	179	170	155	–	–	–
15Х1М1Ф	210	204	197	190	182	174	166	157	–	–	–
25Х1МФ (ЭИ 10)	213	207	202	194	187	177	163	–	–	–	–
25Х1М1Ф (Р2, Р2МА)	212	210	206	201	193	182	168	–	–	–	–
25Х2М1Ф (ЭИ 723)	219	214	209	203	196	188	179	172	–	–	–
20Х1М1Ф1ТР (ЭП 182)	211	208	204	198	190	179	167	150	–	–	–
20Х1М1Ф1БР (ЭП 44)	213	207	201	192	184	177	164	149	–	–	–
20Х3МВФ (ЭИ 415, ЭИ 579)	201	–	200	179	171	153	119	118	–	–	–
15Х5М (12Х5МА, Х5М)	211	–	–	–	178	145	102	–	–	–	–
65Г	207	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
50ХФА	196	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
55С2	196	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
60С2, 60С2А	245	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ШХ15	201	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
95Х18 (9Х18, ЭИ 229)	205	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10Х9МФБ (ДИ 82)	220	215	210	200	190	180	170	–	–	–	–
06Х12Н3Д	212	211	205	198	187	–	–	–	–	–	–
08Х13 (0Х13, ЭИ 496)	217	212	206	198	189	180	–	–	–	–	–
10Х12Н3М2ФА(Ш), 10Х12Н3М2ФА-А(Ш)	217	212	207	199	189	176	167	–	–	–	–
12Х13 (1Х13)	217	212	206	198	189	180	–	–	–	–	–
20Х13 (2Х13)	218	214	208	200	189	181	169	–	–	–	–
30Х13 (3Х13)	216	212	206	196	187	177	166	–	–	–	–
40Х13 (4Х13)	214	208	202	194	185	173	160	–	–	–	–
08Х14МФ	222	219	213	203	195	183	175	–	–	–	–
10Х14Г14Н4Т (Х14Г14Н3Т, ЭИ 711)	194	189	181	170	164	159	161	–	–	–	–
08Х17Т (0Х17Т, ЭИ 645)	206	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12Х17 (Х17, ЭЖ 17)	232	227	219	211	201	192	182	165	148		
14Х17Н2 (1Х17Н2, ЭИ 268)	193	–	–	164	–	148	133	–	–	–	–
10Х17Н13М2Т (Х17Н13М2Т, ЭИ 448)	206	–	186	177	177	167	157	147	–	–	–
10Х17Н13М3Т (Х17Н13М3Т, ЭИ 432)	206	–	186	177	177	167	157	147	–	–	–
015Х18М2Б-ВИ (ЭП 882-ВИ)	216	212	206	198	185	179	163	144	–	–	–
12Х18Н9 (Х18Н9)	199	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12Х18Н9Т (Х18Н9Т)	195	189	182	175	167	160	153	143	135		
17Х18Н9 (2Х18Н9)	199	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
08Х18Н10 (0Х18Н10)	196	–	–	–	–	–	–	–	–	–	

Продолжение табл. 4

Марка стали, сплава	Модуль нормальной упругости E, кН/мм^2, при температуре, °С										
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
08Х18Н10Т (0Х18Н10Т, ЭИ 914)	196	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12Х18Н12Т (Х18Н12Т)	210	198	193	186	177	170	157	147	–	–	–
06ХН46Б (ЭП 350)	–	175	173	168	164	157	151	147	–	–	–
ХН70БДТ (ЭК 59)	219	214	208	201	198	–	–	–	–	–	–
06ХН28МДТ (0Х23Н28М3Д3Т, ЭИ 943)	–	191	186	179	171	161	156	151	145		
08Х21Н6М2Т (0Х21Н6М2Т, ЭП 54)	196	196	185	178	169	164	–	–	–	–	–
08Х22Н6Т (0Х22Н5Т, ЭП 53)	203	201	193	181	165	162	154	141	139		
40Х10С2М (4Х10С2М, ЭИ 107)	214	211	205	202	196	187	172	151	129		
12Х13Г12АС2Н2 (ДИ 50)	188	–	185	–	159	–	142	–	–	–	–
10Х13Г12БС2Н2Д2 (ДИ 59)	195	192	185	177	166	160	150	141	137		
36Х18Н25С2 (4Х18Н25С2, ЭЯ 3С)	200	–	–	191	186	178	171	162	154	147	–
01Х19Ю3БЧ-ВИ (02Х18Ю3Б-ВИ, ЭП 904-ВИ)	220	216	210	200	192	183	167	152	–	–	–
05ХН46МВБЧ (ДИ 65)	207	203	196	190	183	177	170	163	154	144	–
ХН59ВГ-ИД (ЭК 82-ИД)	217	214	208	203	196	191	189	180	172	166	–
20Х23Н13 (Х23Н13, ЭИ 319)	207	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20Х23Н18 (Х23Н18, ЭИ 417)	200	–	–	182	176	170	160	150	141	–	–
15Х25Т (Х25Т, ЭИ 439)	204	200	197	189	176	164	140	124	119	109	–
20Х25Н20С2 (Х25Н20С2, ЭИ 283)	195	192	186	185	180	175	150	140	130	120	–
15Х11МФ (1Х11МФ)	224	218	209	201	189	177	–	–	–	–	–
12Х11В2МФ (типа ЭИ 756)	208	204	199	191	182	170	161	148	–	–	–
18Х11МНФБ (2Х11МФБН, ЭП 291)	224	177	209	201	189	177	–	–	–	–	–
18Х12ВМБФР-Ш (ЭИ 993-Ш)	224	–	211	205	191	184	170	152	–	–	–
20Х12ВНМФ (ЭП 428)	212			196	190	180	163	–	–	–	–
37Х12Н8Г8МФБ (ЭИ 481)	171	–	157	147	140	133	126	115	–	–	–
1Х14Н14В2М (ЭИ 257)	198	–	–	–	–	168	160	–	–	–	–
09Х14Н19В2БР1 (ЭИ 726)	198	195	189	182	175	166	157	149	–	–	–
08Х15Н24В4ТР (ЭП 164)	219	211	205	196	187	178	170	161	153	–	–
45Х14Н14В2М (ЭИ 69)	208	196	190	181	173	166	157	149	141	–	–
08Х16Н9М2 (Х16Н9М2)	210	198	188	180	172	157	153	143	138	–	–
08Х16Н13М2Б (ЭИ 405, ЭИ 680)	202	196	188	180	171	164	155	147	–	–	–
10Х16Н14В2БР (1Х16Н14В2БР, ЭП 17)	188	181	174	166	158	151	145	136	–	–	–
31Х19Н9МВБТ (ЭИ 572)	201	–	–	186	181	176	167	157	–	–	–
ХН35ВТ (ЭИ 612)	198	195	190	186	179	177	174	170	166	158	–
ХН35ВТК (ЭИ 612К)	198	184	175	–	171	164	159	141	–	–	–

Продолжение табл. 4

Марка стали, сплава	Модуль нормальной упругости E, кН/мм², при температуре, °С										
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
ХН35ВТЮ (ЭИ 787)	214	207	199	195	189	181	170	163	149	–	–
ХН35ВТР (ЭИ 725)	206	–	186	–	177	167	167	157	157	–	–
ХН78Т (ЭИ 435)	191	–	–	–	–	–	137	118	93	–	–
ХН60ВТ (ЭИ 868)	218	–	–	–	204	198	192	184	176	160	–
ХН67ВМТЮ (ЭП 202, ЭИ 445Р)	212	208	203	197	192	185	178	170	161	–	139
ХН77ТЮР (ЭИ 437Б)	194	–	–	–	–	–	157	152	127	–	
ХН80ТБЮ (ЭИ 607)	216	216	211	206	200	196	186	177	–	–	–
ХН80ТБЮА (ЭИ 607А)	218	–	–	–	–	191	184	176	–	–	–
ХН65ВМТЮ (ЭИ 893)	219	–	206	201	196	193	183	176	162	–	
ХН70ВМЮТ (ЭИ 765)	222	217	211	205	199	193	186	179	–	–	–
ХН70ВМТЮ (ЭИ 617)	196	–	–	–	–	–	162	147	142	127	–
ХН73МБТЮ (ЭИ 698)	203	–	–	–	–	177	177	160	150		–
ХН75ВМЮ (ЭИ 827)	240	236	231	225	218	215	204	195	187	178	–
ХН65КМВЮБ-ВД (ЭП 800-ВД)	230	227	222	217	211	204	200	188	181	171	–
ХН55ВМТКЮ-ВД (ЭИ 929-ВД)	218	–	–	–	–	–	–	181	173	163	–
У8, У8А	209	205	199	192	185	175	166	–	–	–	–
У12, У12А	209	205	200	193	185	178	166	–	–	–	–
20Л	201	196	188	183	173	165	152	132	120	–	–
35Л	212	206	201	192	176	163	151	131	118	–	–
50Л	219	214	208	196	178	170	155	136	122	–	–
20ГЛ	204	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
32Х06Л	216	211	207	195	178	174	166	141	131	–	–
40ХЛ	219	216	210	204	185	176	164	143	132	–	–
35ХМЛ	215	212	207	203	192	179	166	141	130	–	–
35ХГСЛ	215	211	203	196	184	174	164	143	125	–	–
08ГДНФЛ	212	206	201	189	177	167	155	137	127	–	–
110Г13Л	204	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20ХМФЛ	197	192	187	182	178	171	163	155	–	–	–
15Х11МФБЛ (1Х11МФБЛ, Х11ЛА)	210	–	202	195	187	178	162	–	–	–	–
20Х12ВНМФЛ (15Х12ВНМФЛ, Х11ЛБ, ЭИ 802Д)	210	–	202	195	187	178	162	–	–	–	–
ХН65ВМТЮЛ (ЭИ 893Л)	222	214	210	202	195	190	184	174	165	160	–
ХН64ВМКЮТ (ЗМИ 3)	225	222	219	214	209	201	193	186	177	168	–
ХН65ВКМБЮТ (ЭИ 539ЛМУ)	213	211	207	203	197	190	183	175	167	158	–
ХН60КВМЮТ (ЦНК 7П)	210	207	203	198	192	185	178	171	164	–	–
ХН58ВКМТЮБ (ЦНК 8МП)	211	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН65КМВЮТ (ЖС 6К)	210	207	203	198	192	185	178	171	164	–	–

5. Плотность γ, кг/м^3

Марка стали, сплава	Плотность γ, кг/м^3, при температуре, °С									
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
08кп	7871	7846	7814	7781	7745	7708	7668	7628	7598	7602
08	7871	7846	7814	7781	7745	7708	7668	7628	7598	7602
10кп	7856	7832	7800	7765	7730	7692	7653	7613	7582	7594
10	7856	7832	7800	7765	7730	7692	7653	7613	7582	7594
15кп	7850	7827	7794	7759	7724	7687	7648	7611	7599	7584
15	7850	7827	7794	7759	7724	7687	7648	7611	7599	7584
20кп	–	7834	7803	7770	7736	7699	7659	7617	7624	7600
20	7859	7834	7803	7770	7736	7699	7659	7617	7624	7600
25	7820	–	–	–	–	–	–	–	–	–
30	7850	–	–	–	–	–	–	–	–	–
35	7826	7804	7771	7737	7700	7662	7623	7583	7600	7549
40	7850	–	–	–	–	–	–	–	–	–
45	7826	7799	7769	7739	7698	7662	7625	7587	7595	–
50	7810	–	–	–	–	–	–	–	–	–
55	7820	–	–	–	–	–	–	–	–	–
60	7800	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15К	7850	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20К	7850	–	–	–	–	–	–	–	–	–
А12	7830	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10Г2	7790	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16ГС	7850	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15Х	7830	7810	7780	–	7710	–	7640	–	–	–
20Х	7830	7810	7780	–	7710	–	7640	–	–	–
30Х	7820	7800	7770	7740	7700	7670	7630	7590	7610	7560
38ХА	7850	–	7800	–	–	–	7650	–	–	–
40Х	7850	–	7800	–	–	7650	–	–	–	–
45Х	7820	–	–	–	–	–	–	–	–	–
50Х	7820	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15Г	7810	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20Г	7820	–	–	–	–	–	–	–	–	–
30Г	7810	–	–	–	–	–	–	–	–	–
40Г	7810	–	–	–	–	–	–	–	–	–
50Г	7810	–	–	–	–	–	–	–	–	–
35Г2	7790	–	–	–	–	–	–	–	–	–
40Г2	7800	–	–	–	–	–	–	–	–	–
45Г2	7810	–	–	–	–	–	–	–	–	–
50Г2	7500	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18ХГТ	7800	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20ХГР	7800	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15ХФ	7760	7730	7710	7670	7640	7600	7570	7530	–	–
33ХС	7640	–	–	–	–	–	–	–	–	–
38ХС	7800	–	–	–	–	–	–	–	–	–
40ХС	7740	7720	7690	–	7620	–	7540	–	–	–
30ХМ, 30ХМА	7820	7800	7770	7740	7700	7660	–	–	–	–
35ХМ	7820	7800	7770	–	7770	–	7630	–	–	–

Продолжение табл. 5

Марка стали, сплава	Плотность γ, кг/м³, при температуре, °С									
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
40ХФА	7810	–	–	–	–	–	–	–	–	–
40ХН	7820	7800	7770	7740	7700	–	–	–	–	–
45ХН	7820	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12ХН2	7880	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12ХН3А	7850	7830	7800	7760	7720	7680	7640	–	–	–
20ХН3А	7850	7830	–	7760	–	–	7660	–	–	–
30ХН3А	7850	7830	7800	7760	7730	7700	7670	7690	7650	7600
12Х2Н4А	7840	7820	–	7760	7710	–	7630	–	–	–
20Х2Н4А	7850	–	–	–	–	–	–	–	–	–
25ХГСА	7850	7830	7790	7760	7730	7690	7650	7610	–	–
34ХН3М, 34ХН3МА	7830	7810	7780	–	7710	–	7650	–	–	–
40ХН2МА (40ХНМА)	7850	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18Х2Н4МА	7950	7930	7900	7860	7830	7800	7760	–	–	–
38ХН3МФА	7900	–	–	–	–	–	–	–	–	–
38Х2МЮА (38ХМЮА)	7710	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12МХ	7850	7830	7800	7760	7730	7690	7650	7610	–	–
15ХМ	7850	7830	7800	7760	7730	7700	7660	–	–	–
12Х1МФ (ЭИ 575)	7800	7780	7750	7720	7680	7650	7600	7570	7540	7560
25Х1МФ (ЭИ 10)	7840	–	7790	–	7720	–	7650	–	–	–
25Х2М1Ф (ЭИ 723)	7800	7780	7750	7720	7680	7650	7600	–	–	–
20Х3МВФ (ЭИ 415, ЭИ 579)	7800	–	–	–	7690	7660	7620	–	–	–
15Х5М (12Х5МА, Х5М)	7750	7730	7700	7670	7640	7610	7580	–	–	–
65Г	7850	7830	7800	–	7730	–	–	–	–	–
50ХФА	7800	7780	7750	7720	7680	7650	7610	–	–	–
60С2, 60С2А	7680	7660	7630	7590	7570	7520	–	–	–	–
ШХ15	7812	7790	7750	7720	7680	7640	–	–	–	–
ШХ15СГ	7650	–	–	–	–	–	–	–	–	–
95Х18 (9Х18, ЭИ 229)	7750	7730	–	–	–	–	–	–	7540	–
08Х13 (0Х13, ЭИ 496)	7760	7740	7710	–	–	–	–	–	–	–
12Х13 (1Х13)	7720	7700	7670	7640	7620	7580	7550	7520	7490	7500
20Х13 (2Х13)	7670	7660	7630	7600	7570	7540	7510	7480	7450	–
30Х13 (3Х13)	7670	7650	7620	7600	7570	7540	7510	7480	7450	7460
40Х13 (4Х13)	7650	7630	7600	7570	7540	7510	7480	7450	7420	–
10Х14Г14Н4Т (Х14Г14Н3Т, ЭИ 711)	7800	–	–	–	–	–	–	–	–	–
08Х17Т (0Х17Т, ЭИ 645)	7700	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12Х17 (Х17, ЭЖ 17)	7720	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14Х17Н2 (1Х17Н2, ЭИ 268)	7750	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Продолжение табл. 5

Марка стали, сплава	Плотность γ, кг/м³, при температуре, °С									
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
10Х17Н13М2Т (Х17Н13М2Т, ЭИ 448)	7900	7870	7830	7790	7750	7700	7660	7620	–	–
12Х18Н9 (Х18Н9)	7900	7860	7820	7780	7740	7690	7650	7600	7560	7510
12Х18Н9Т (Х18Н9Т)	7900	7860	7820	7780	7740	7690	7650	7600	7560	7510
17Х18Н9 (2Х18Н9)	7850	–	–	–	–	–	–	–	–	–
08Х18Н10 (0Х18Н10)	7850	–	–	–	–	–	–	–	–	–
08Х18Н10Т (0Х18Н10Т, ЭИ 914)	7900	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12Х18Н10Т	7900	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12Х18Н12Т (Х18Н12Т)	7900	7870	7830	7780	7740	7700	7850	7610	–	–
06ХН28МДТ (0Х23Н28М3Д3Т, ЭИ 943)	7960	–	–	–	–	–	–	–	–	–
08Х22Н6Т (0Х22Н5Т, ЭП 53)	7700	–	–	–	–	–	–	–	–	–
40Х9С2 (4Х9С2, ЭСХ 8)	7630	7610	7580	–	7510	–	7440	–	7390	–
40Х10С2М (4Х10С2М, ЭИ 107)	7620	7610	–	–	–	–	–	–	7430	–
20Х20Н14С2 (Х20Н14С2, ЭИ 211)	7800	7760	–	–	–	–	7550	7510	7470	7420
20Х23Н13 (Х23Н13, ЭИ 319)	7820	7790	–	–	–	–	7580	–	7480	–
20Х23Н18 (Х23Н18, ЭИ 417)	7900	–	–	–	7760	7720	7670	7620	–	7540
15Х25Т (Х25Т, ЭИ 439)	7600	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20Х25Н20С2 (Х25Н20С2, ЭИ 283)	7720	7680	–	–	–	–	–	–	7440	7390
15Х12ВНМФ (ЭИ 802, ЭИ 952)	7850	7830	7800	7780	7760	7730	7700	7670	–	–
37Х12Н8Г8МФБ (ЭИ 481)	7850	–	–	–	–	–	–	–	–	–
45Х14Н14В2М (ЭИ 69)	8000	–	7930	–	7840	–	7760	–	7660	–
31Х19Н9МВБТ (ЭИ 572)	7960	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН35ВТ (ЭИ 612)	8164	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН35ВТЮ (ЭИ 787)	8040	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН78Т (ЭИ 435)	8400	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН60ВТ (ЭИ 868)	8350	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН67ВМТЮ (ЭП 202, ЭИ 445Р)	8360	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН77ТЮР (ЭИ 437Б)	8200	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН80ТБЮ (ЭИ 607)	8300	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН80ТБЮА (ЭИ 607А)	8300	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН65ВМТЮ (ЭИ 893)	8790	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН70ВМЮТ (ЭИ 765)	8570	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН73МБТЮ (ЭИ 698)	8320	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН75ВМЮ (ЭИ 827)	8430	–	–	–	–	–	–	–	–	–
У7, У7А	7830	–	–	–	–	–	–	–	–	–
У8, У8А	7839	7817	7786	7752	7714	7676	7638	7600	7852	–

Продолжение табл. 5

Марка стали, сплава	Плотность γ, кг/м³, при температуре, °С									
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
У10, У10А	7810	–	–	–	–	–	–	–	–	–
У12, У12А	7830	7809	7781	7749	7713	7675	7634	7592	7565	7489
9ХС	7830	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХВГ	7850	7830	–	7760	–	–	7660	–	–	–
4Х4ВМФС (ДИ 22)	7808	7786	7757	7726	7693	7658	7624	7581	7554	7550
3Х3М3Ф	7828	7808	7783	7754	7721	7684	7642	7597	7565	7525
4Х5МФ1С (ЭП 572)	7716	7692	7660	7627	7593	7559	7523	7490	7459	7438
9Х2МФ	7840	–	–	–	–	–	–	–	–	–
50ХН	7860	–	–	–	–	–	–	–	–	–
75ХМ	7900	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Р6М5К5	8200	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Р9М4К8	8300	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Р18	8800	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15Л	7820	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20Л	7850	–	–	–	–	–	–	–	–	–
25Л	7830	–	–	–	–	–	–	–	–	–
30Л	7810	–	–	–	–	–	–	–	–	–
35Л	7830	–	–	–	–	–	–	–	–	–
40Л	7810	–	–	–	–	–	–	–	–	–
45Л	7800	–	–	–	–	–	–	–	–	–
50Л	7820	–	–	–	–	–	–	–	–	–
40ХЛ	7830	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20ХМЛ	7800	7780	7750	7720	7690	7650	7620	–	–	–
35ХМЛ	7840	–	–	–	–	–	–	–	–	–
35ХГСЛ	7800	–	–	–	–	–	–	–	–	–
08ГДНФЛ	7850	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20Х13Л	7740	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН65ВМТЮЛ (ЭИ 893Л)	8790	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН70КВМЮТ (ЦНК 17П)	8000	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН60КВМЮТБ (ЦНК 21П)	8110	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН64ВМКЮТ (ЗМИ 3)	8250	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН65ВКМБЮТ (ЭИ 539ЛМУ)	8220	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН60КВМЮТ (ЦНК 7П)	8200	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН58ВКМТЮБ (ЦНК 8МП)	8210	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН65КМВЮТ (ЖС 6К)	8200	–	–	–	–	–	–	–	–	–

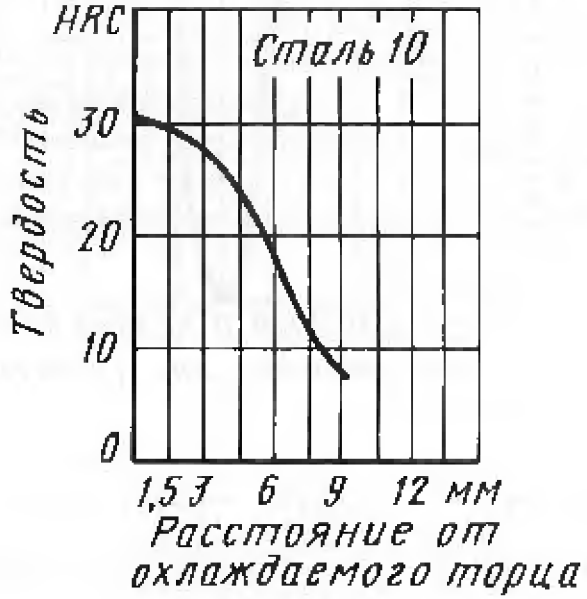
6. Удельное электрическое сопротивление ρ, нОм·м

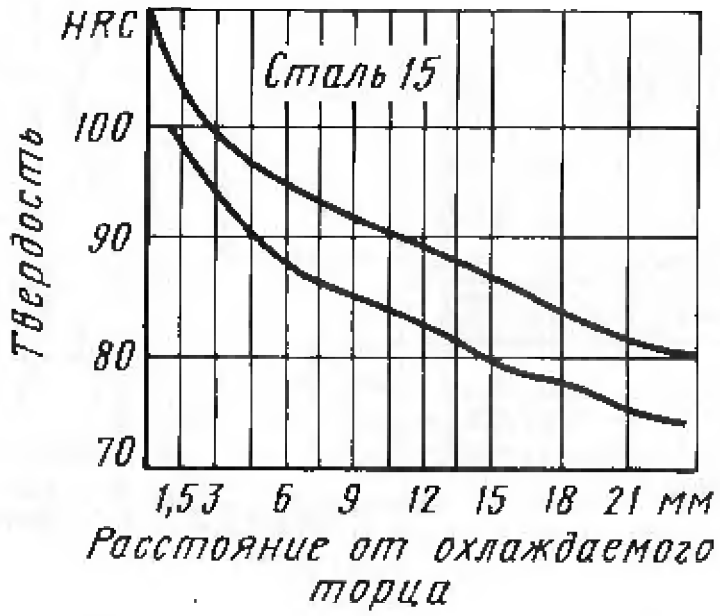
Марки стали, сплава	Удельное электрическое сопротивление ρ, нОм·м, при температуре, °С										
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
08кп	147	178	252	341	448	575	725	898	1073	1124	–
08	–	178	252	341	448	575	725	898	1073	1124	–
10	–	190	263	352	458	584	734	905	1081	1130	–
15	–	233	296	387	487	607	753	904	1092	1140	–
20	–	219	292	381	487	601	758	925	1094	1135	–
25	169	219	292	381	488	601	758	925	–	–	–
35	–	251	321	408	511	629	759	922	1112	1156	–
50	272	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
30Х	210	259	330	417	517	636	778	934	1106	1145	–
40Х	278	324	405	555	717	880	1100	1330	–	–	–
15ХФ	–	281	345	421	513	606	731	833	–	–	–
30ХМ, 30ХМА	230	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12ХН2	330	360	430	520	590	670	–	–	1050	1120	–
20ХН3А	270	300	350	450	550	650	–	–	–	–	–
30ХН3А	268	317	387	469	567	681	817	981	–	–	–
25ХГСА	306	338	415	501	573	660	830	1000	1100	–	–
30ХГС, 30ХГСА	210	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
38Х2Н2МА (38ХНМА)	322	398	482	592	740	910	1090	1300	–	–	–
40ХН2МА (40ХНМА)	331	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
30ХН2МФА	333	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
38ХН3МА	292	317	338	425	506	602	742	890	1100	–	–
36Х2Н2МФА (36ХН1МФА)	278	335	432	517	613	720	825	940	–	–	–
38ХН3МФА	300	321	365	437	516	613	750	897	1080	–	–
20ХН4ФА	360	410	480	560	640	720	–	1020	1120	1180	–
12МХ	–	240	330	410	540	640	740	900	–	–	–
20ХМ	245	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12Х1МФ (ЭИ 575)	323	370	438	518	612	718	835	977	–	–	–
25Х1М1Ф (Р2, Р2МА)	233	283	346	427	518	632	746	862	–	–	–
25Х2М1Ф (ЭИ 723)	270	360	420	500	590	710	840	970	–	–	–
20Х1М1Ф1ТР (ЭП 182)	260	309	371	444	534	645	769	909	1009	–	–
20Х3МВФ (ЭИ 415, ЭИ 579)	–	398	465	544	640	743	859	982	–	–	–
15Х5М (12Х5МА, Х5М)	430	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
50ХФА	320	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ШХ15	–	390	470	520	–	–	–	–	–	–	–
08Х13 (0Х13, ЭИ 496)	506	584	679	769	854	938	1021	1103	–	–	–
12Х13 (1Х13)	506	584	679	769	854	938	1021	1103	–	–	–
20Х13 (2Х13)	588	653	730	800	884	952	1022	1102	–	–	–
30Х13 (3Х13)	522	595	684	769	858	935	1015	1099	–	–	–
40Х13 (4Х13)	–	786	830	890	950	998	1046	1122	–	–	–
08Х14МФ	557	649	750	882	914	985	1056	–	–	–	–
08Х17Т (0Х17Т, ЭИ 645)	600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12Х17 (Х17, ЭЖ 17)	560	610	680	770	850	950	1030	1110	1150	1160	–
14Х17Н2 (1Х17Н2, ЭИ 268)	720	780	840	890	990	1040	1110	1130	1160	1170	–
10Х17Н13М2Т (Х17Н13М2Т, ЭИ 448)	750	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10Х17Н13М3Т (Х17Н13М3Т, ЭИ 432)	750	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12Х18Н9 (Х18Н9)	–	743	819	891	951	1001	1048	1098	1140	–	–
12Х18Н9Т (Х18Н9Т)	725	792	861	920	976	1028	1075	1117	1149	1176	–
17Х18Н9 (2Х18Н9)	720	735	855	925	975	1031	1080	1115	1150	1185	–
08Х18Н10 (0Х18Н10)	800	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

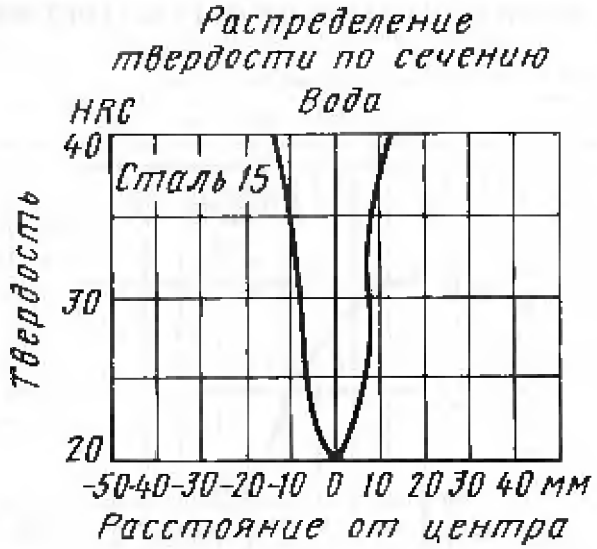
Продолжение табл. 6

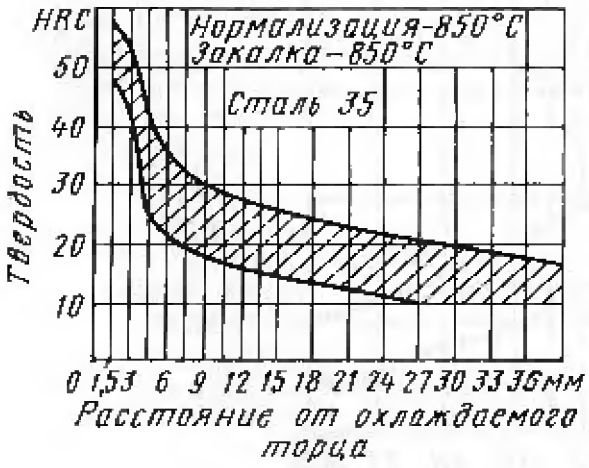
Марки стали, сплава	Удельное электрическое сопротивление ρ, нОм·м, при температуре, °С										
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
08Х18Н10Т (0Х18Н10Т, ЭИ 914)	725	792	861	920	976	1028	1075	1117	–	–	–
12Х18Н12Т (Х18Н12Т)	725	792	861	920	976	1028	1075	1117	–	–	–
06ХН28МДТ (0Х23Н28М3Д3Т, ЭИ 943)	750	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
08Х21Н6М2Т (0Х21Н6М2Т, ЭП 54)	700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
08Х22Н6Т (0Х22Н5Т, ЭП 53)	740	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
03Х24Н6АМ3 (ЭИ 130)	700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
40Х10С2М (4Х10С2М, ЭИ 107)	–	906	958	1010	1062	1114	1166	1216	–	–	–
20Х20Н14С2 (Х20Н14С2, ЭИ 211)	946	1000	1051	1095	1100	1130	1194	1218	1242	1242	–
20Х23Н18 (Х23Н18, ЭИ 417)	1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15Х25Т (Х25Т, ЭИ 439)	710	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12Х11В2МФ (типа ЭИ 756)	1050	630	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18Х11МНФБ (2Х11МФБН, ЭП 291)	621	667	730	801	874	952	1026	1101	–	–	–
37Х12Н8Г8МФБ (ЭИ 481)	740	850	900	950	1010	1100	1150	1200	–	–	–
1Х14Н14В2М (ЭИ 257)	–	830	890	950	1010	1050	1080	1130	–	–	–
09Х14Н19В2БР (ЭИ 695Р)	846	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
09Х14Н19В2БР1 (ЭИ 726)	848	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
45Х14Н14В2М (ЭИ 69)	815	875	945	1000	1055	1100	1140	1175	–	–	–
08Х16Н13М2Б (ЭИ 405, ЭИ 680)	–	886	960	1008	1050	1090	1120	1150	–	–	–
Х16Н16МВ2БР (ЭП 184)	820	870	934	980	1031	1075	1111	–	–	–	–
10Х16Н14В2БР (1Х16Н14В2БР, ЭП 17)	–	833	925	961	990	1063	1086	–	–	–	–
31Х19Н9МВБТ (ЭИ 572)	–	850	900	980	1020	1080	1100	1150	–	–	–
ХН35ВТ (ЭИ 612)	–	1020	1050	1100	1120	1150	1160	1170	–	–	–
ХН35ВТК (ЭИ 612К)	–	1170	1180	1190	1200	1220	1230	1240	–	–	–
ХН35ВТЮ (ЭИ 787)	992	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ХН80ТБЮ (ЭИ607)	–	820	810	800	790	785	777	–	–	–	–
ХН65ВМТЮ (ЭИ 893)	–	–	1390	1410	1420	1430	1410	1390	–	–	–
ХН70ВМЮТ (ЭИ 765)	1330	1340	1350	1360	1360	1370	1470	1480	–	–	–
ХН75МВЮ (ЭИ 827)	1460	1490	1510	1530	1550	1560	1570	1590	–	–	–
У8, У8А	–	230	305	390	491	625	769	931	1129	1165	–
У10, У10А	420	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
У12, У12А	–	252	333	430	540	665	802	964	1152	1196	–
9ХС	400	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5ХНМ	–	300	250	200	160	–	–	–	–	–	–
4Х4ВМФС (ДИ 22)	436	502	584	667	747	831	916	1014	1148	1202	–
3Х3М3Ф	314	365	430	515	600	710	835	965	1118	1151	–
4Х5МФ1С (ЭП 572)	553	591	649	715	793	879	970	1077	1189	1229	–
Р6М5К5	458	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Р18	419	472	544	627	718	815	922	1037	1152	1173	–
20Л	170	220	294	385	490	604	761	932	1101	1139	–
35Л	172	223	301	394	497	623	771	935	1115	1154	–
40ХЛ	233	270	335	435	540	665	815	975	1115	1195	–
20Х13Л	645	695	775	859	931	985	1155	1115	1125	1160	–
15Х11МФБЛ (1Х11МФБЛ, Х11ЛА)	–	–	739	806	884	1000	1026	1098	–	–	–
ХН65ВКМБЮТ (ЭИ 539ЛМУ)	1340	1370	1390	1420	1430	1450	1460	1470	1460	1440	–

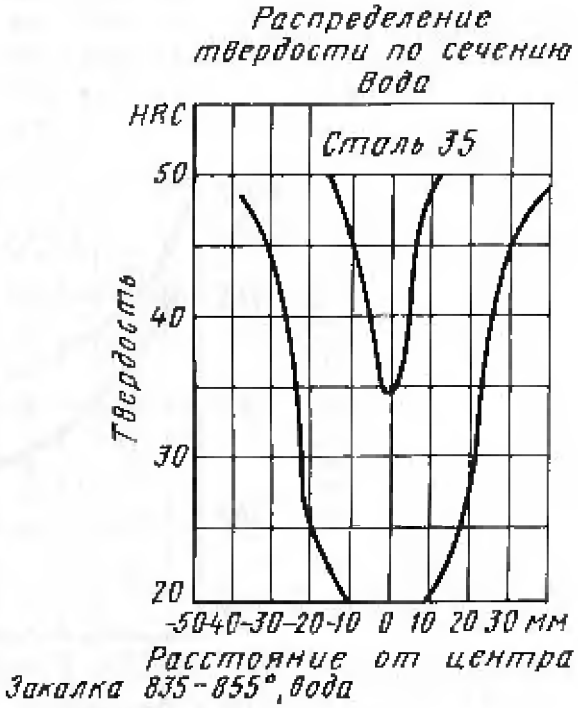
2. ПОЛОСЫ ПРОКАЛИВАЕМОСТИ ПО ГОСТ 5657-69



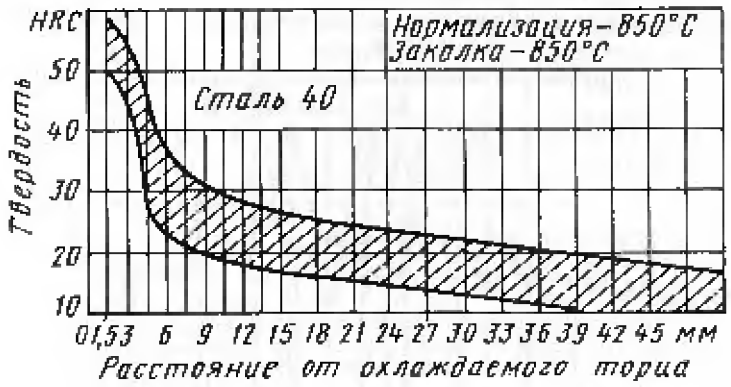






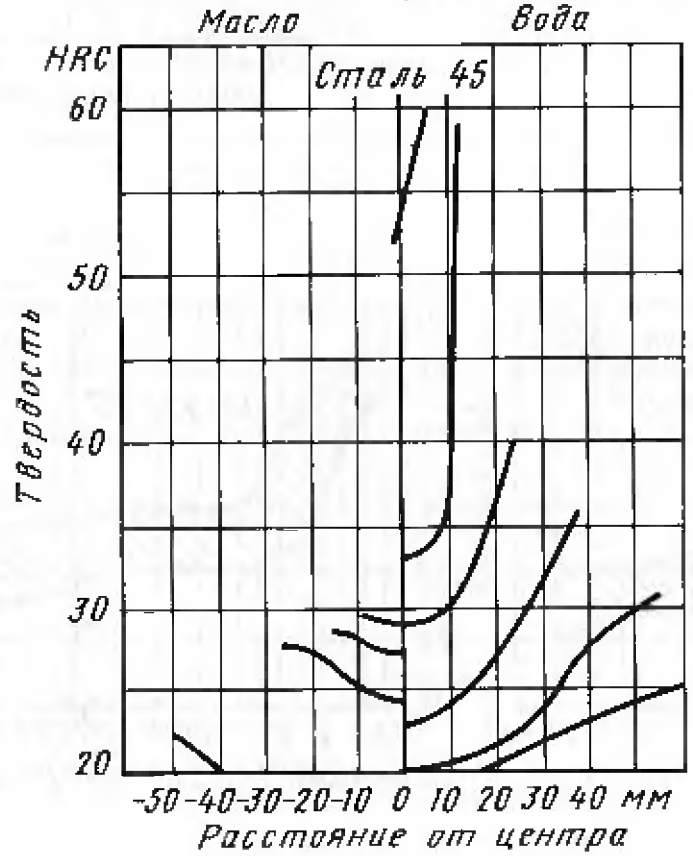


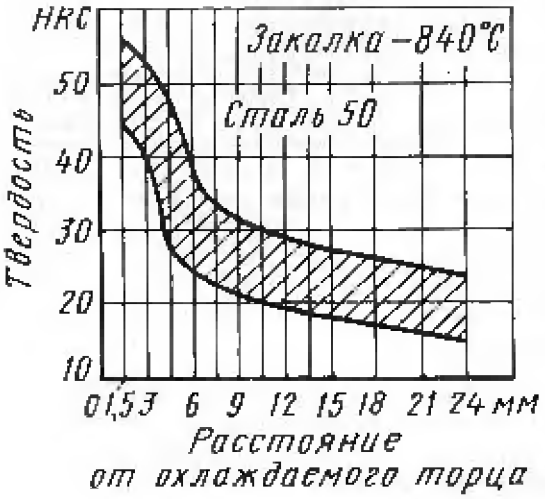
Закалка 835-855°, вода



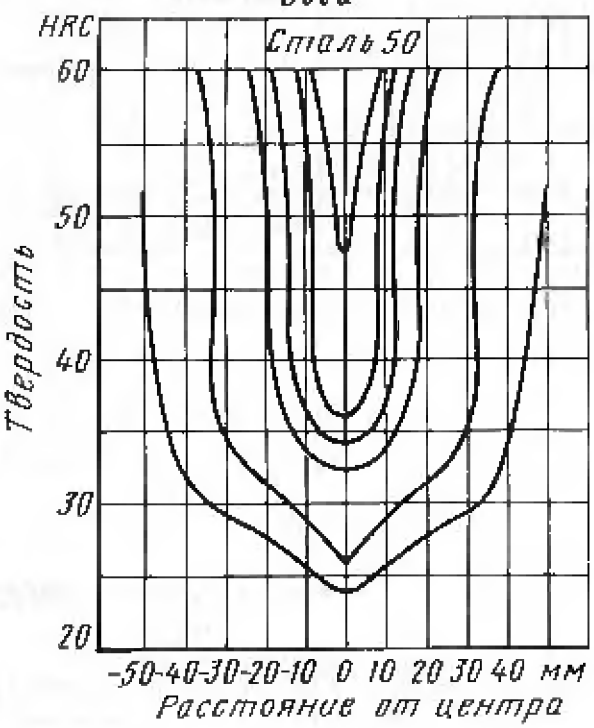


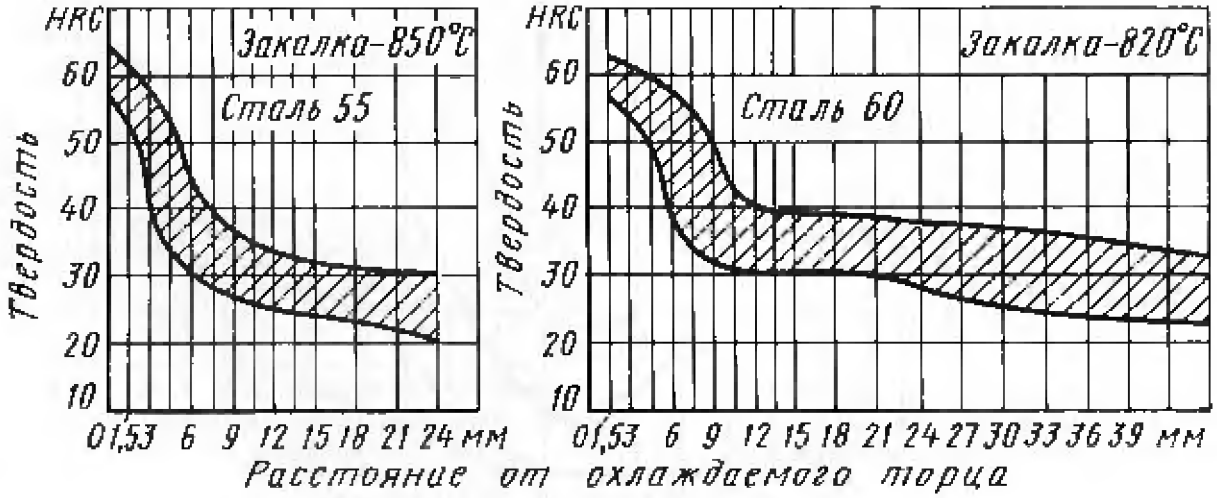
Распределение твердости по сечению

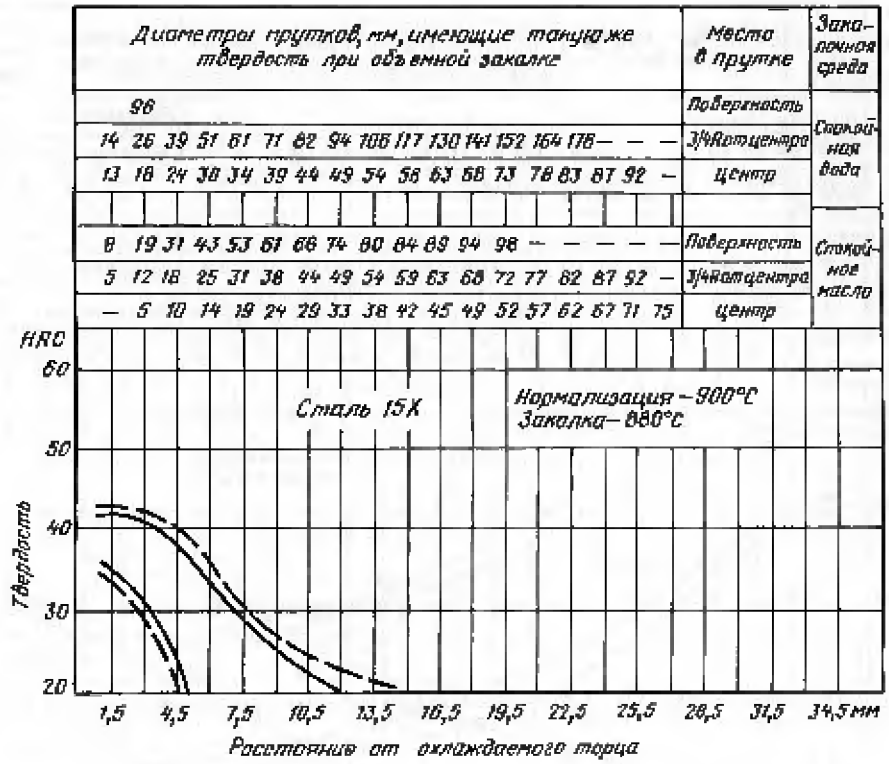


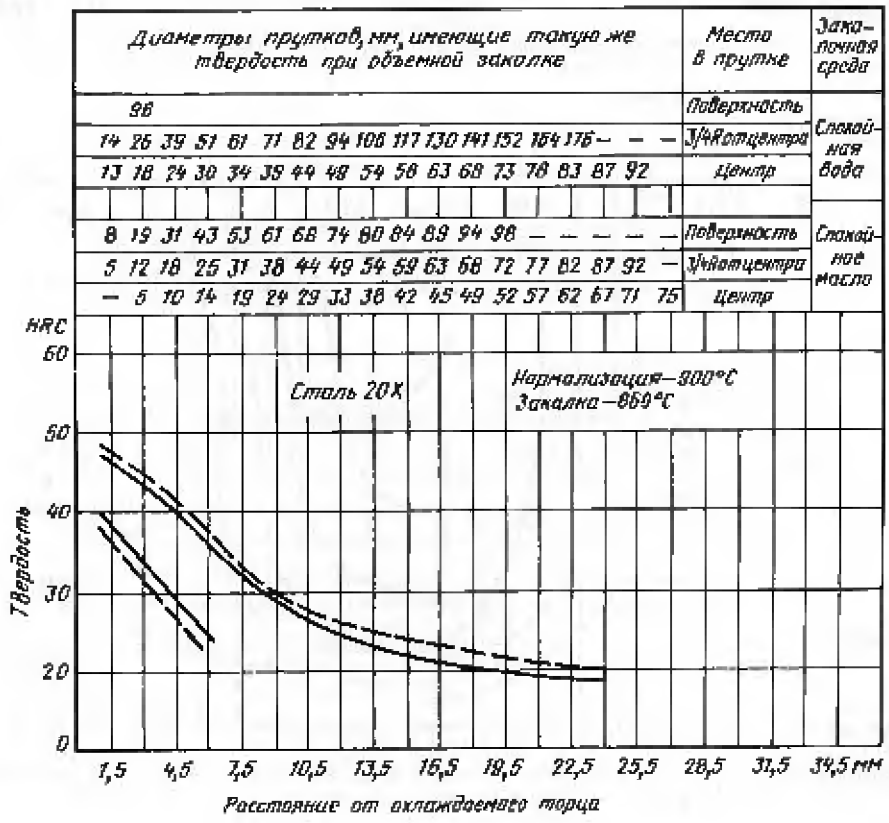


Распределение твердости по сечению

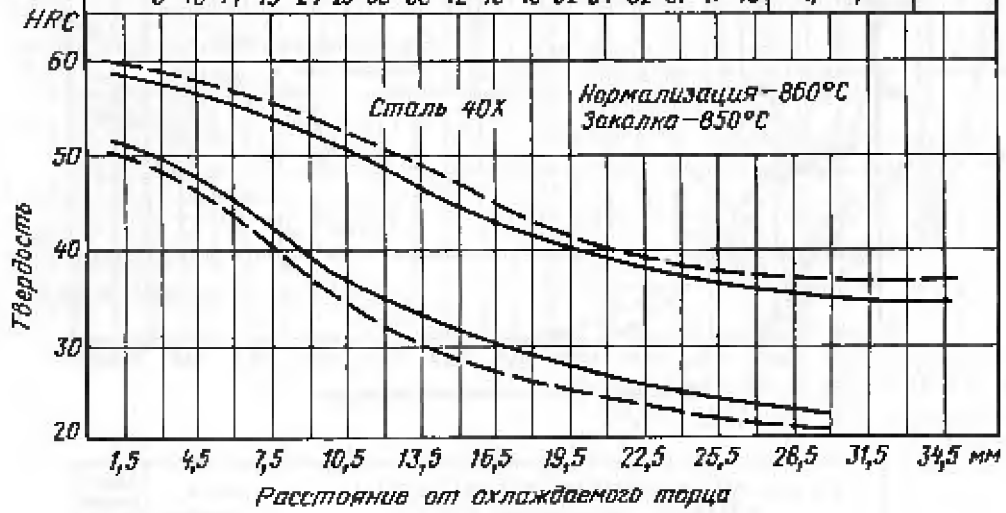


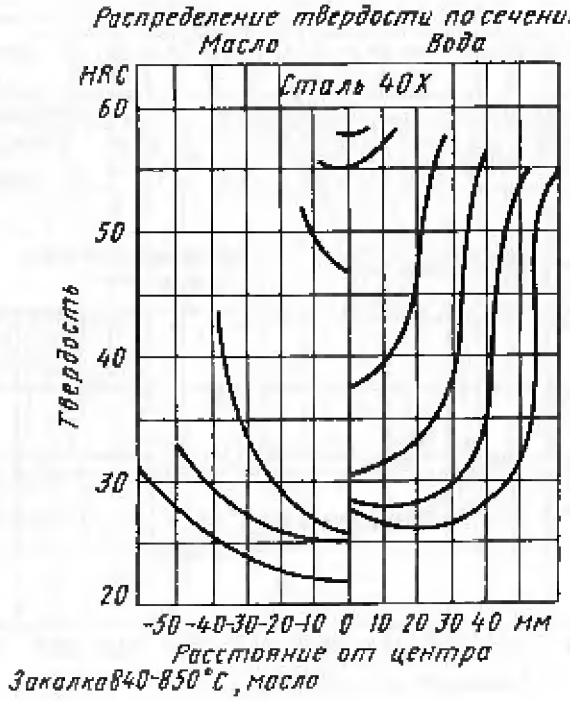



Диаметры прутков, мм, имеющие такую же твердость при объемной закалке
Место в прутке
Закалочная среда
96 Поверхность
14 26 39 51 61 71 82 94 106 117 130 141 152 164 176 — — — ½ R от центра
13 18 24 30 34 39 44 49 54 58 63 68 73 78 83 87 92 — Центр
Спокойная вода
8 19 31 43 53 61 68 74 80 84 89 94 98 — — — — — Поверхность
5 12 18 25 31 38 44 49 54 59 63 68 72 77 82 87 92 — ½ R от центра
— 5 10 14 19 24 29 33 38 42 45 49 52 57 62 67 71 75 Центр
Спокойное масло
HRC
60
50
40
30
20
Твердость
Сталь 15Х
Нормализация – 900°С
Закалка – 880°С
1,5 4,5 7,5 10,5 13,5 16,5 19,5 22,5 25,5 28,5 31,5 34,5 мм
Расстояние от охлаждаемого торца

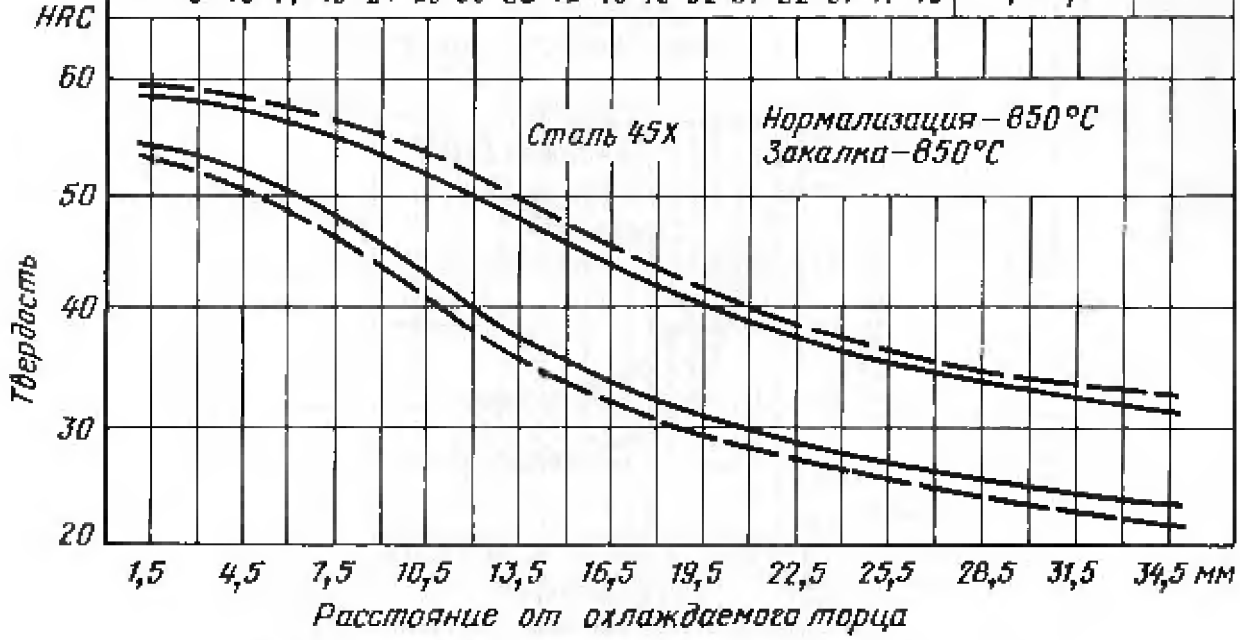

Диаметры прутков, мм, имеющие такую же твердость при объемной закалке
Место в прутке
Закалочная среда
96 Поверхность
14 26 39 51 61 71 82 94 106 117 130 141 152 164 176 — — — ½ R от центра
13 18 24 30 34 39 44 48 54 58 63 68 73 78 83 87 92 Центр
Спокойная вода
8 19 31 43 53 61 68 74 80 84 89 94 98 — — — — — Поверхность
5 12 18 25 31 38 44 49 54 59 63 68 72 77 82 87 92 — ½ R от центра
— 5 10 14 19 24 29 33 38 42 45 49 52 57 62 67 71 75 Центр
Спокойное масло
HRC
60
50
40
30
20
0
Твердость
Сталь 20Х
Нормализация – 900°С
Закалка – 869°С
1,5 4,5 7,5 10,5 13,5 16,5 19,5 22,5 25,5 28,5 31,5 34,5 мм
Расстояние от охлаждаемого торца

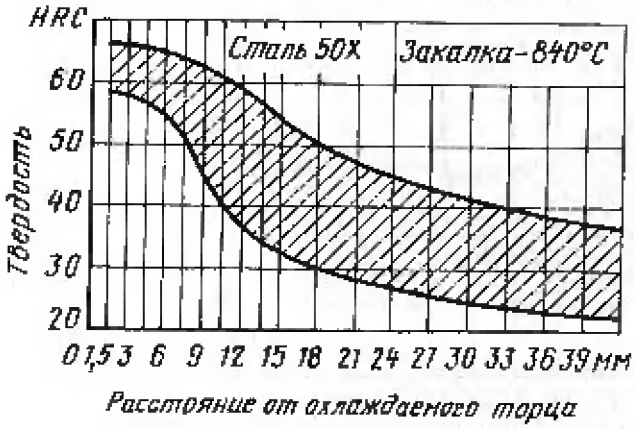
Диаметры прутков, мм, имеющие такую же твердость при объемной закалке	Место в прутке	Закалочная среда
96	Поверхность	Спокойная вода
14 26 39 51 61 71 82 94 106 117 130 141 152 164 176 — — —	3/4R от центра	
13 18 24 30 34 39 44 49 54 58 63 68 73 78 83 87 92 —	Центр	
8 19 31 43 53 61 68 74 80 84 89 94 98 — — — — —	Поверхность	Спокойное масло
5 12 18 25 31 38 44 49 54 59 63 68 72 77 82 87 92 —	3/4R от центра	
— 5 10 14 19 24 29 33 38 42 45 49 52 57 62 67 71 75	Центр	

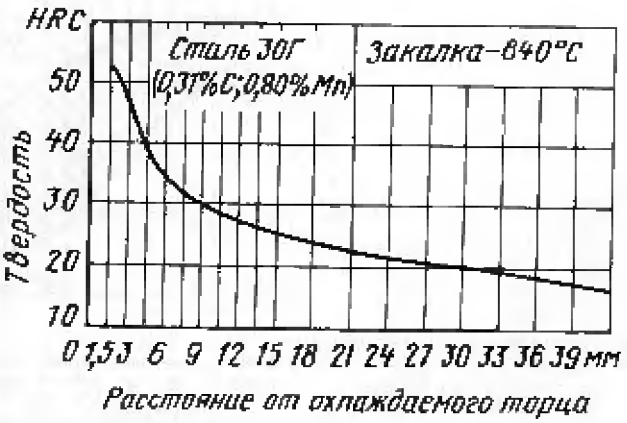


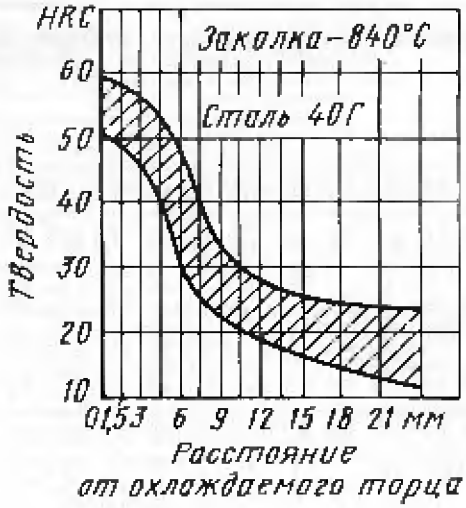


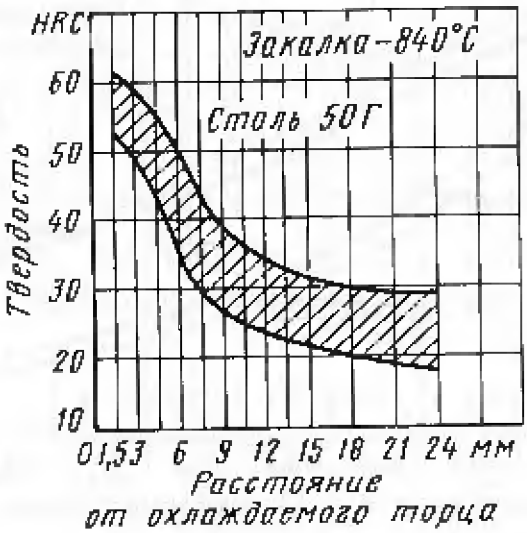
Диаметры прутков, мм, имеющие такую же твердость при объемной закалке	Место в прутке	Закалочная среда
96	Поверхность	Спокойная вода
14 26 39 51 61 71 82 94 106 117 130 141 152 164 176 — — —	3/4R от центра	
13 18 24 30 34 39 44 49 54 58 63 68 73 78 83 87 92 —	Центр	
8 19 31 43 53 61 68 74 80 84 89 94 98 — — — — —	Поверхность	Спокойное масло
5 12 18 25 31 38 44 49 54 59 63 68 72 77 82 87 92 —	3/4R от центра	
— 5 10 14 19 24 29 33 38 42 45 49 52 57 62 67 71 75	Центр	

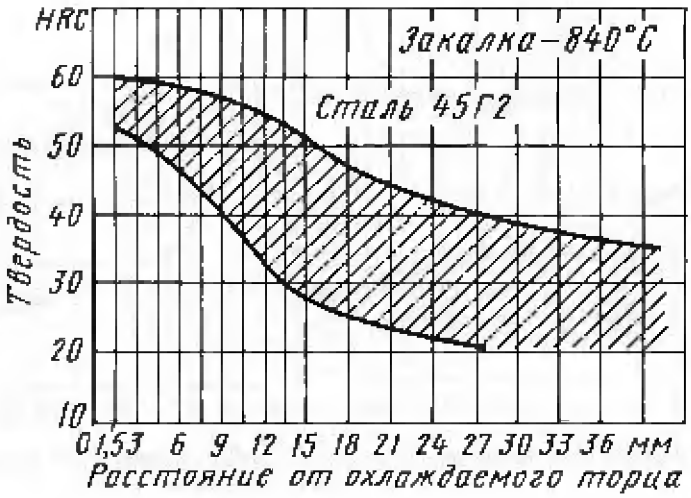


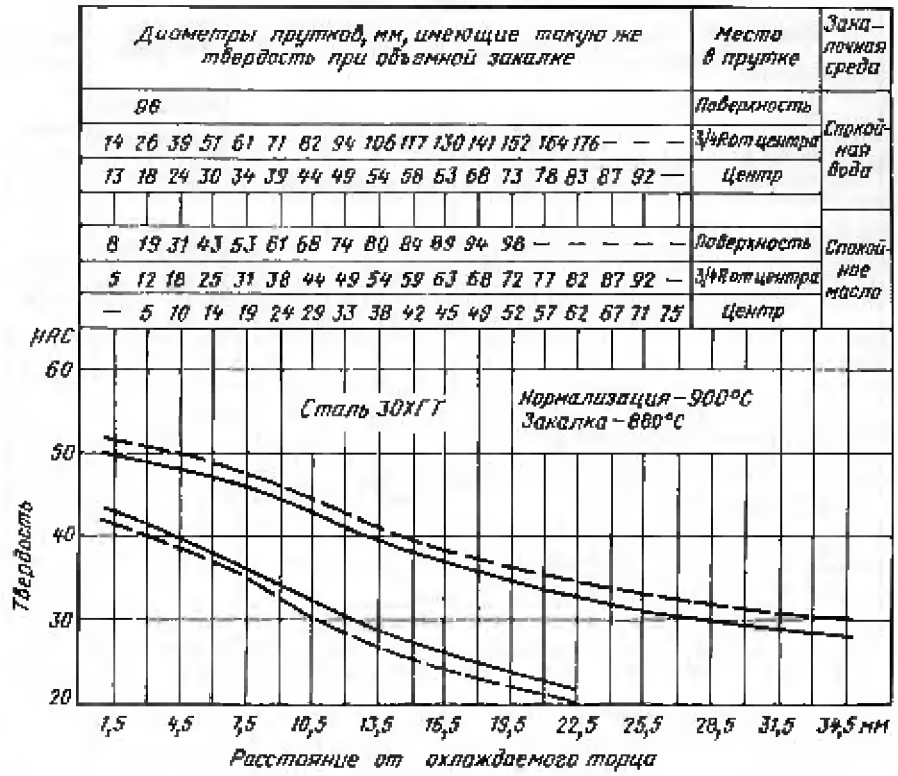


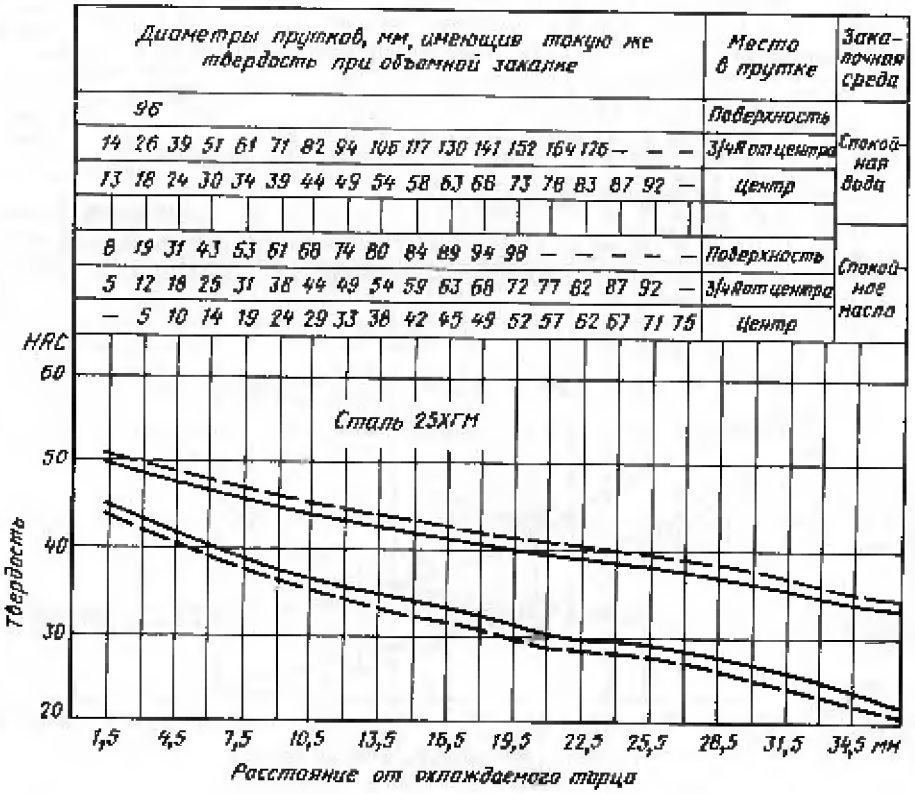


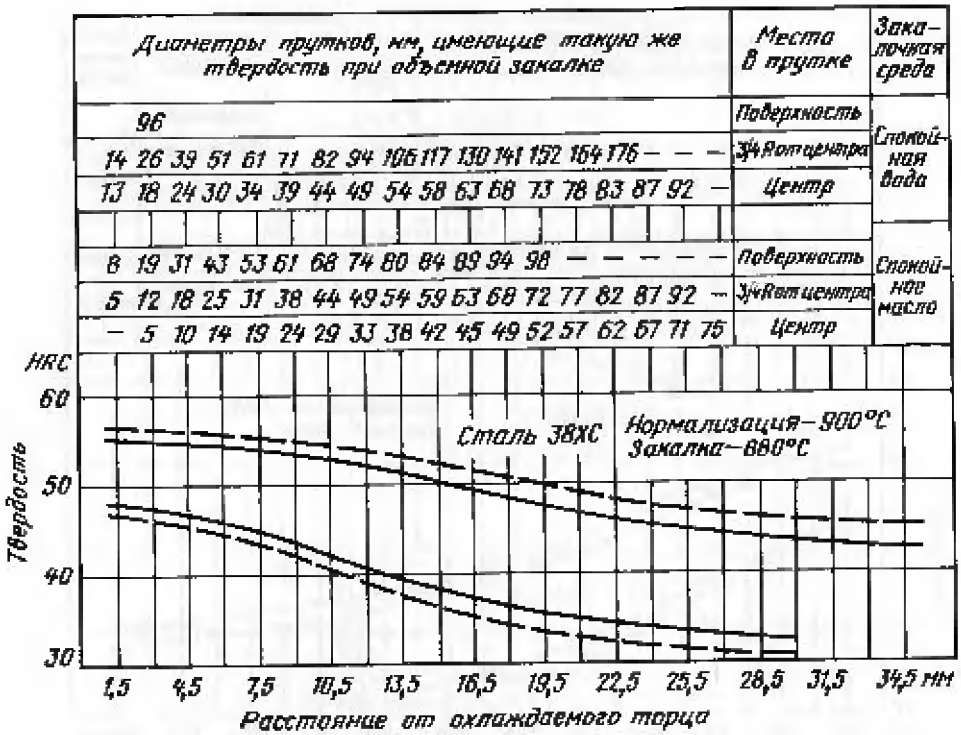

HRC
Закалка – 840°С
Сталь 40Г
Твердость
60
50
40
30
20
10
0 1,5 3 6 9 12 15 18 21 мм
Расстояние
от охлаждаемого торца

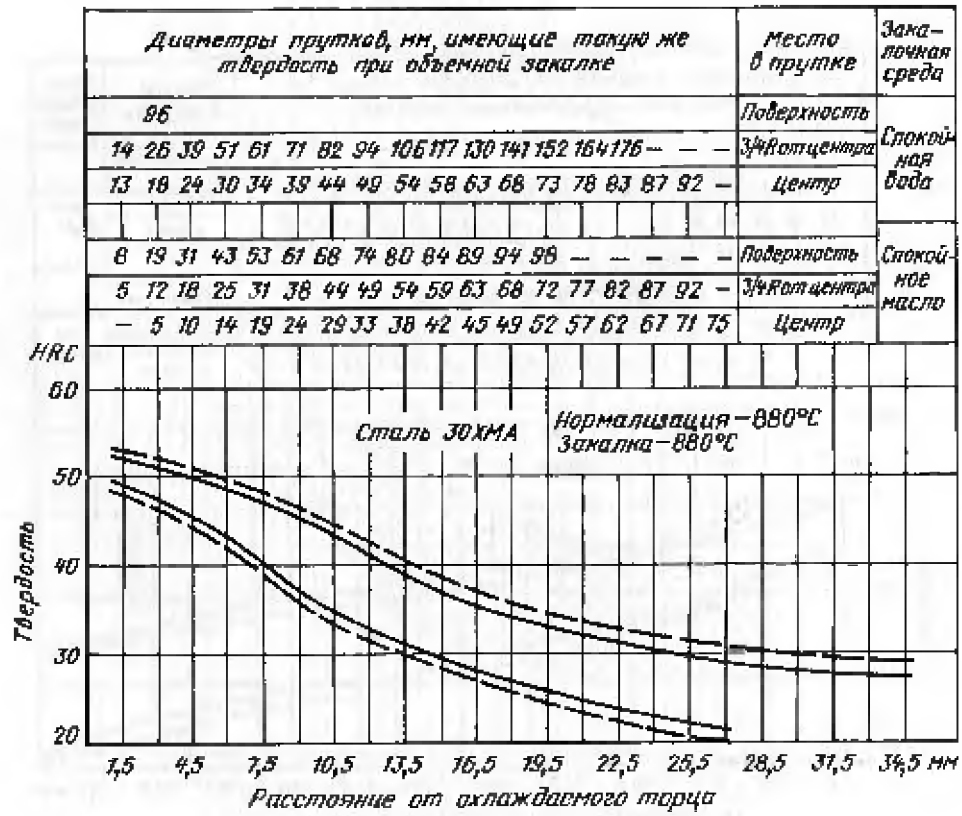

HRC
Закалка – 840°С
Сталь 50Г
Твердость
60
50
40
30
20
10
0 1,5 3 6 9 12 15 18 21 24 мм
Расстояние
от охлаждаемого торца

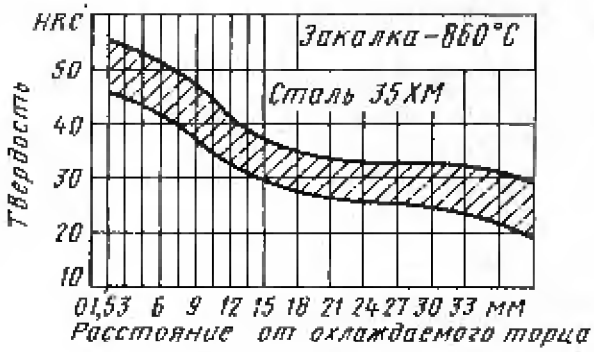

HRC
Закалка – 840°С
Сталь 45Г2
Твердость
60
50
40
30
20
10
0 1,5 3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 мм
Расстояние от охлаждаемого торца

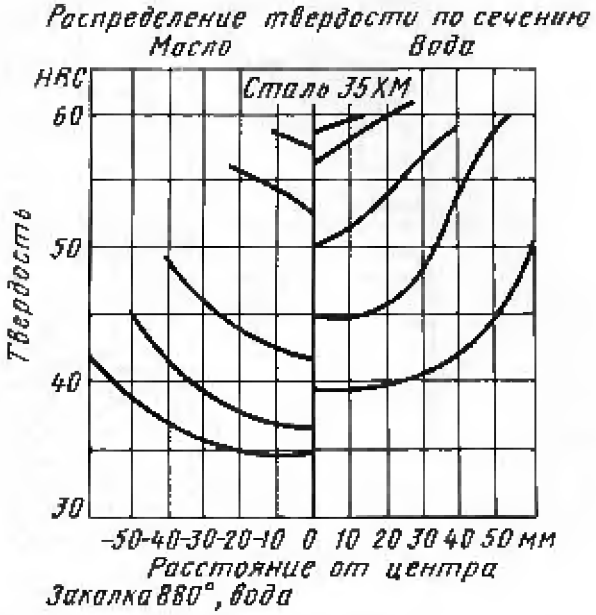

Диаметры прутков, мм, имеющие такую же твердость при объемной закалке
Место в прутке
Закалочная среда
96 Поверхность
14 26 39 51 61 71 82 94 106 117 130 141 152 164 176 — — — 3/4R от центра
13 18 24 30 34 39 44 49 54 58 63 68 73 78 83 87 92 — Центр
Спокойная вода
8 19 31 43 53 61 68 74 80 84 89 94 98 — — — — — Поверхность
5 12 18 25 31 38 44 49 54 59 63 68 72 77 82 87 92 — 3/4R от центра
— 5 10 14 19 24 29 33 38 42 45 49 52 57 62 67 71 75 Центр
Спокойное масло
HRC
60
50
40
30
20
Твердость
Сталь 30ХГТ
Нормализация – 900°С
Закалка – 880°С
1,5 4,5 7,5 10,5 13,5 16,5 19,5 22,5 25,5 28,5 31,5 34,5 мм
Расстояние от охлаждаемого торца


Диаметры прутков, мм, имеющие такую же твердость при объемной закалке
Место в прутке
Закалочная среда
96 Поверхность
14 26 39 51 61 71 82 94 106 117 130 141 152 164 176 — — — 3/4R от центра
13 18 24 30 34 39 44 49 54 58 63 68 73 78 83 87 92 — Центр
Спокойная вода
8 19 31 43 53 61 68 74 80 84 89 94 98 — — — — — Поверхность
5 12 18 25 31 38 44 49 54 59 63 68 72 77 82 87 92 — 3/4R от центра
— 5 10 14 19 24 29 33 38 42 45 49 52 57 62 67 71 75 Центр
Спокойное масло
HRC
60
50
40
30
20
Твердость
Сталь 25ХГМ
1,5 4,5 7,5 10,5 13,5 16,5 19,5 22,5 25,5 28,5 31,5 34,5 мм
Расстояние от охлаждаемого торца

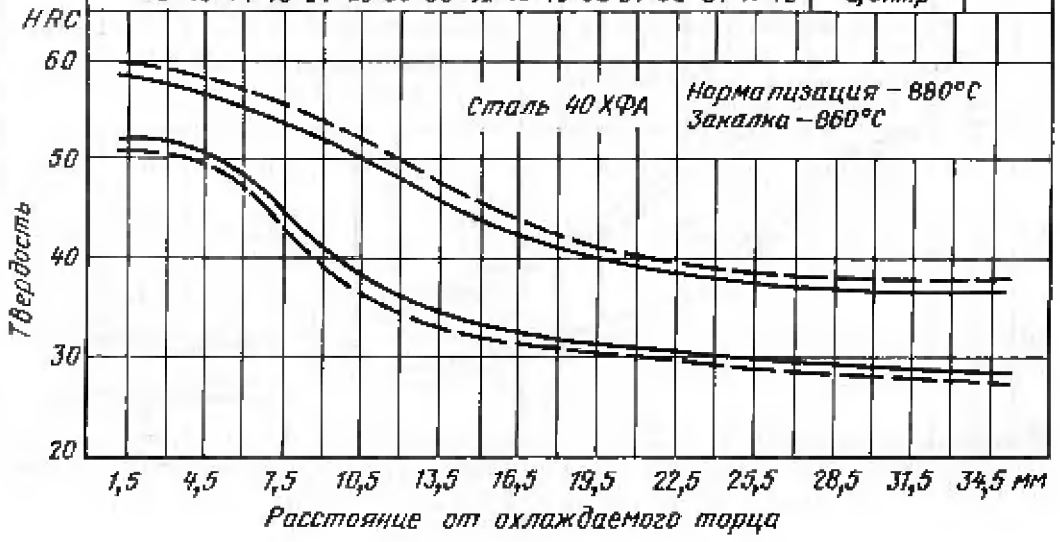

Диаметры прутков, мм, имеющие такую же твердость при объемной закалке
Место в прутке
Закалочная среда
96 — Поверхность
14 26 39 51 61 71 82 94 106 117 130 141 152 164 176 — — — — 3/4 R от центра
13 18 24 30 34 39 44 49 54 58 63 68 73 78 83 87 92 — Центр
Спокойная вода
8 19 31 43 53 61 68 74 80 84 89 94 98 — — — — — Поверхность
5 12 18 25 31 38 44 49 54 59 63 68 72 77 82 87 92 — 3/4 R от центра
— 5 10 14 19 24 29 33 38 42 45 49 52 57 62 67 71 75 Центр
Спокойное масло
HRC
60
50
40
30
Твердость
Сталь 38ХС
Нормализация — 900°С
Закалка — 880°С
1,5 4,5 7,5 10,5 13,5 16,5 19,5 22,5 25,5 28,5 31,5 34,5 мм
Расстояние от охлаждаемого торца

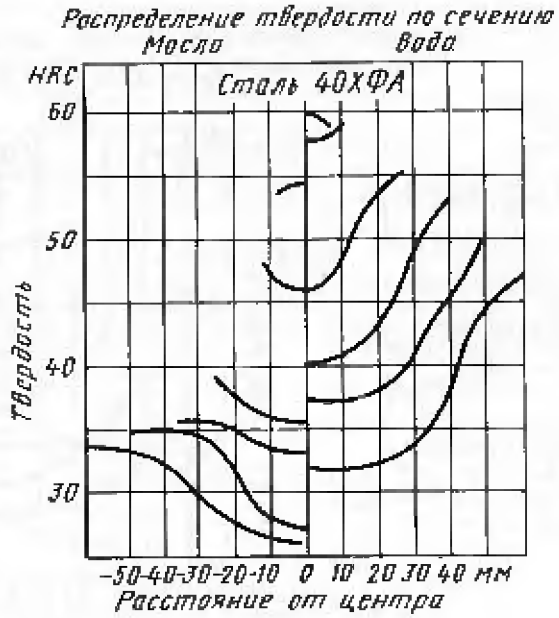

Диаметры прутков, мм, имеющие такую же твердость при объемной закалке
Место в прутке
Закалочная среда
96 — Поверхность
14 26 39 51 61 71 82 94 106 117 130 141 152 164 176 — — — — 3/4 R от центра
13 18 24 30 34 39 44 49 54 58 63 68 73 78 83 87 92 — Центр
Спокойная вода
8 19 31 43 53 61 68 74 80 84 89 94 98 — — — — — Поверхность
5 12 18 25 31 38 44 49 54 59 63 68 72 77 82 87 92 — 3/4 R от центра
— 5 10 14 19 24 29 33 38 42 45 49 52 57 62 67 71 75 Центр
Спокойное масло
HRC
60
50
40
30
20
Твердость
Сталь 30ХМА
Нормализация — 880°С
Закалка — 880°С
1,5 4,5 7,5 10,5 13,5 16,5 19,5 22,5 25,5 28,5 31,5 34,5 мм
Расстояние от охлаждаемого торца



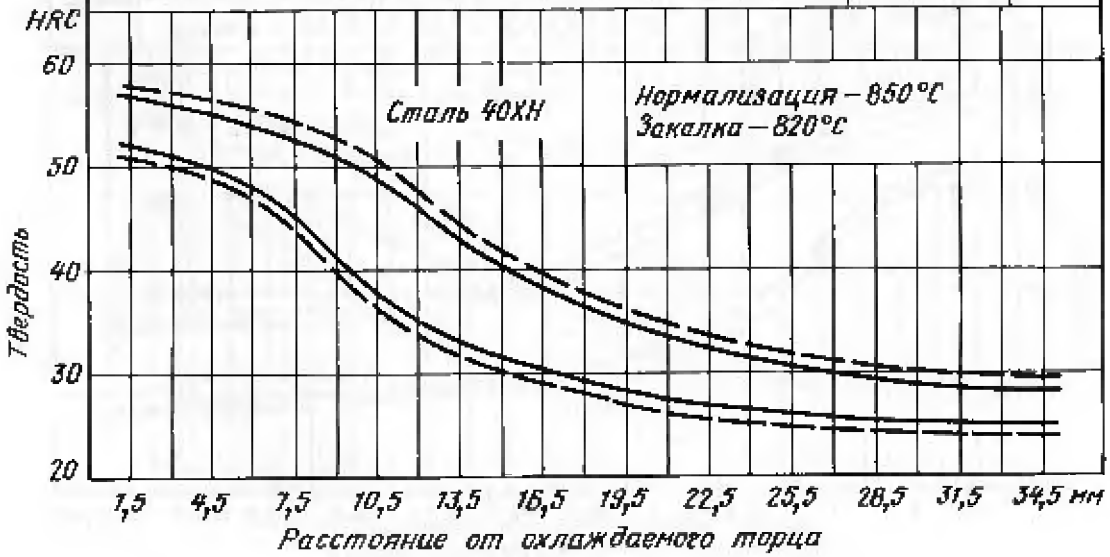


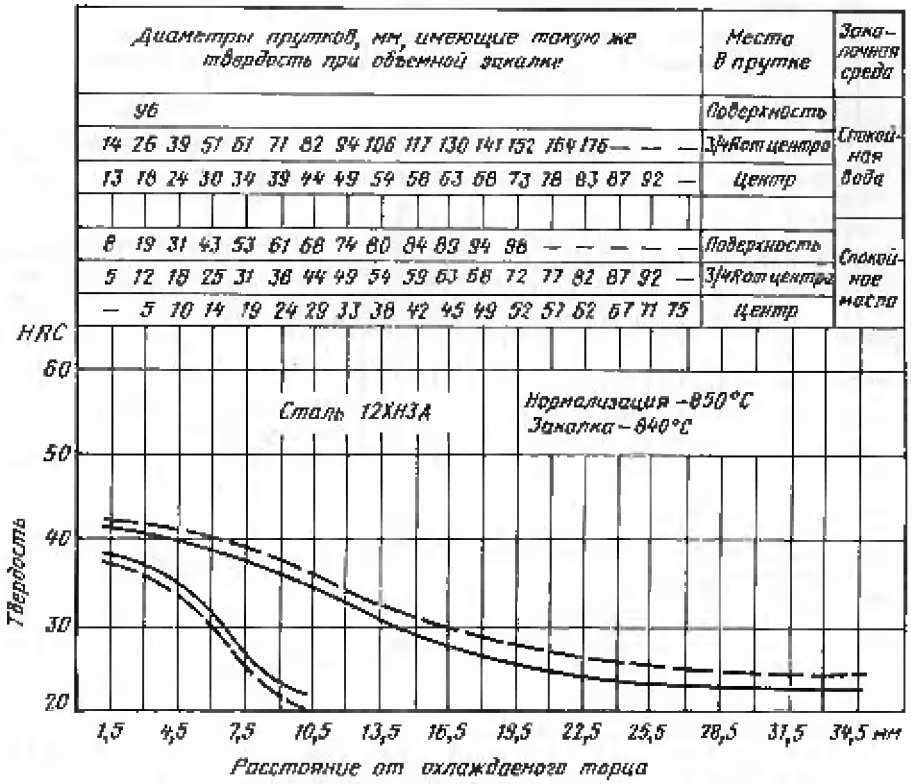
Диаметры прутков, мм, имеющие такую же твердость при объемной закалке	Место в прутке	Закалочная среда
96	Поверхность	Спокойная вода
14 26 39 51 61 71 82 94 106 117 130 141 152 164 176 — — —	3/4 R от центра	
13 18 24 30 34 39 44 49 54 58 63 68 73 78 83 87 92 —	Центр	
0 19 31 43 53 61 68 74 80 84 89 94 98 — — — — —	Поверхность	Спокойное масло
5 12 18 25 31 38 44 49 54 59 63 68 72 77 82 87 92 —	3/4 R от центра	
— 5 10 14 19 24 29 33 38 42 45 49 52 57 62 67 71 75	Центр	

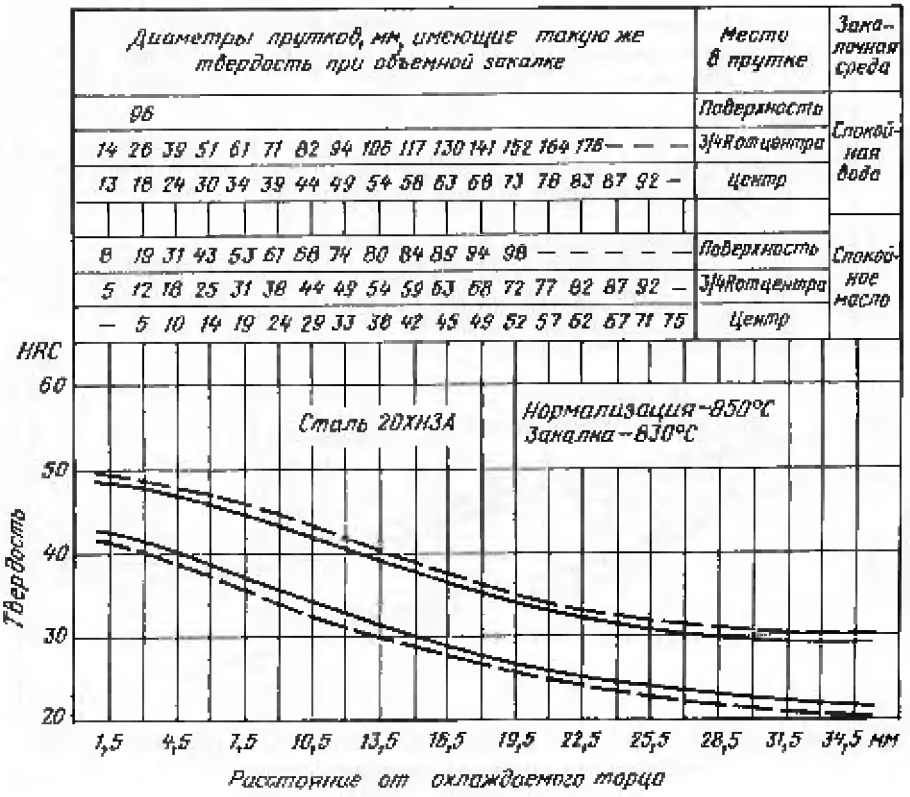


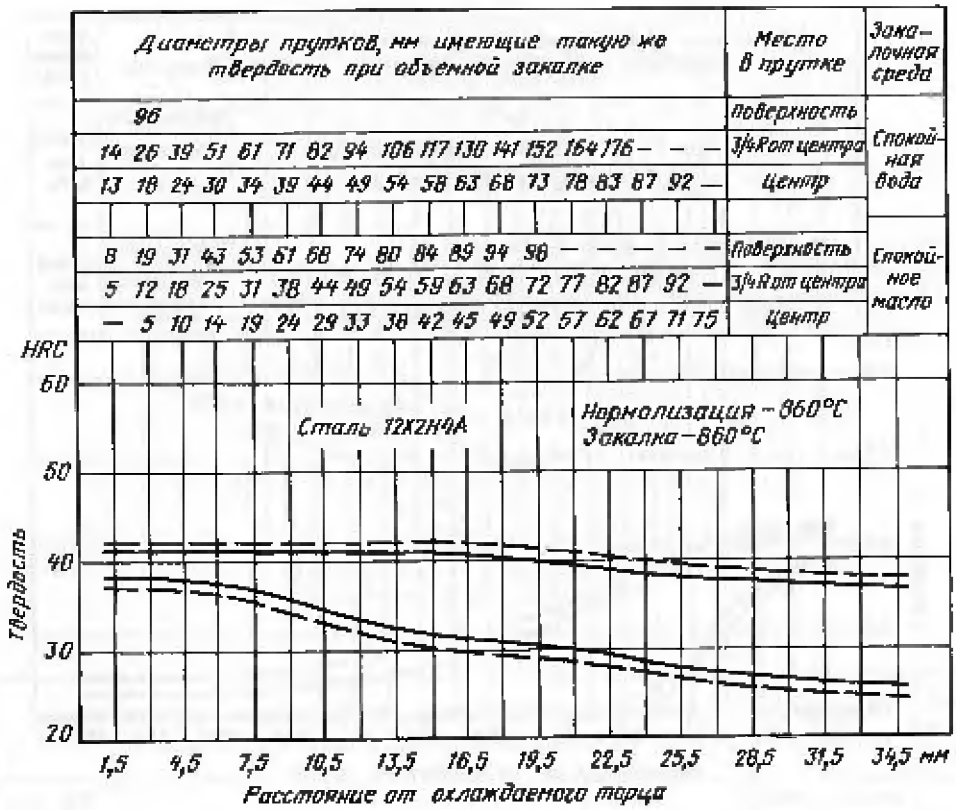


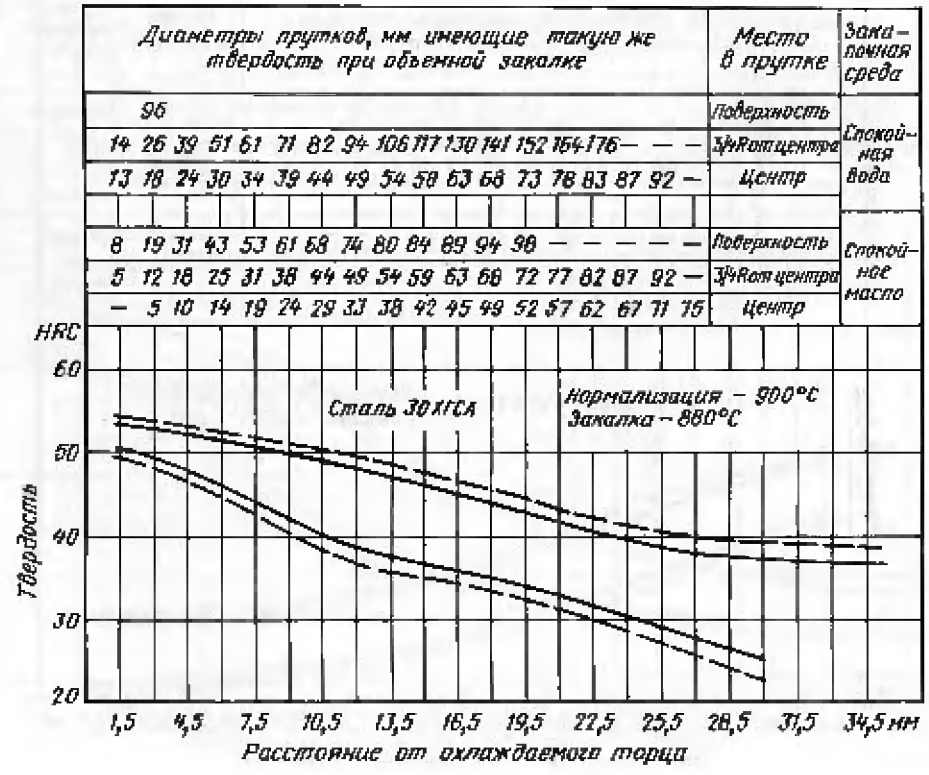
Диаметры прутков, мм, имеющие такую же твердость при объемной закалке	Место в прутке	Закалочная среда
96	Поверхность	Спокойная вода
14 26 39 51 61 71 82 94 106 117 130 141 152 164 176 — — —	3/4R от центра	
13 18 24 30 34 39 44 49 54 58 63 68 73 78 83 87 92 —	Центр	
8 19 31 43 53 61 68 74 80 84 89 94 98 — — — — —	Поверхность	Спокойное масло
5 12 18 25 31 38 44 49 54 59 63 68 72 77 82 87 92 —	3/4R от центра	
— 5 10 16 19 24 29 33 38 42 45 49 52 57 62 67 71 75	Центр	

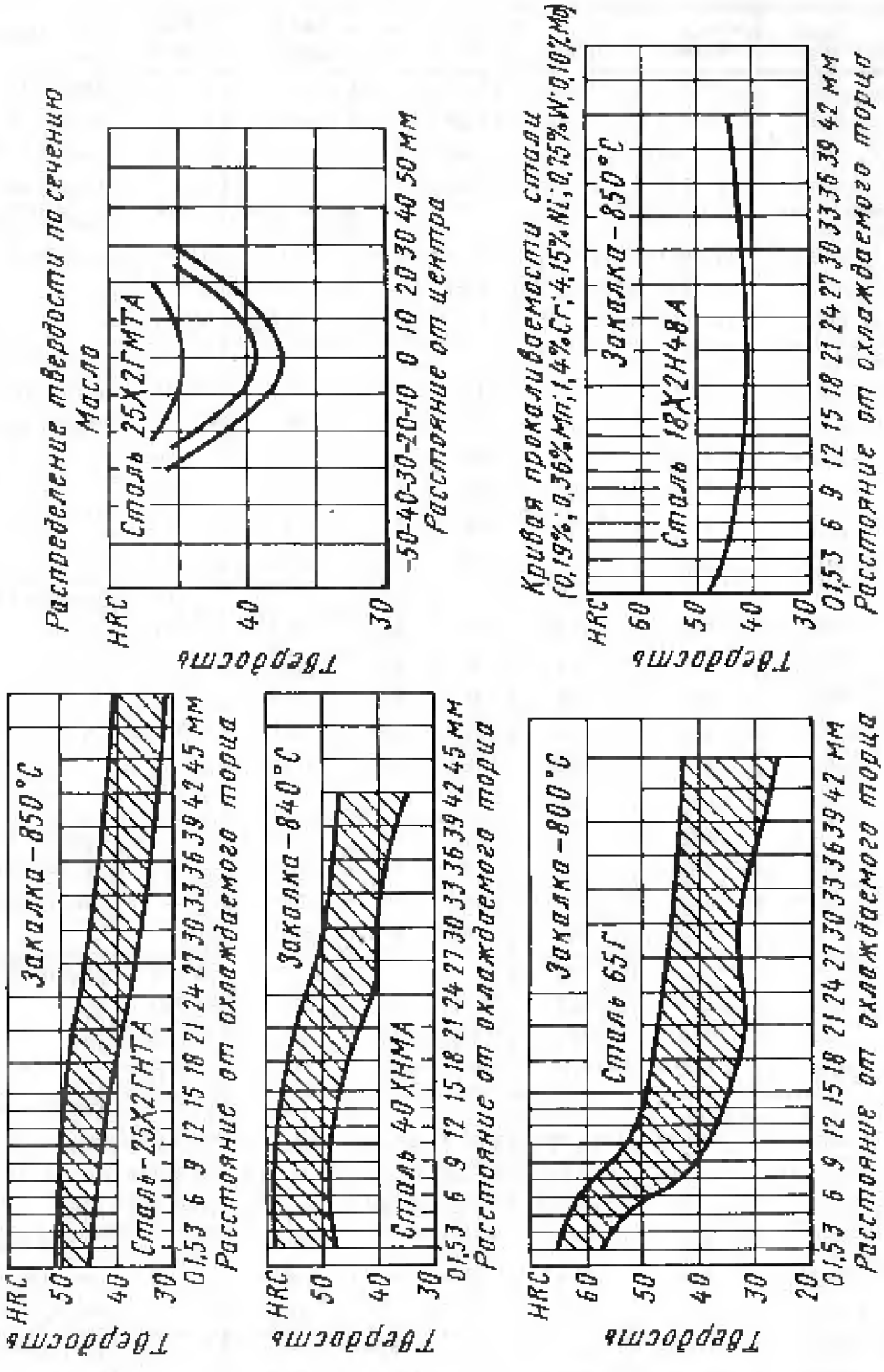



Диаметры прутков, мм, имеющие такую же твердость при объемной закалке
Место в прутке
Закалочная среда
96 Поверхность
14 26 39 51 61 71 82 94 106 117 130 141 152 164 176 — — — 3/4 от центра
13 18 24 30 34 39 44 49 54 58 63 68 73 78 83 87 92 — Центр
Спокойная вода
8 19 31 43 53 61 68 74 80 84 89 94 98 — — — — — Поверхность
5 12 18 25 31 38 44 49 54 59 63 68 72 77 82 87 92 — 3/4 от центра
— 5 10 14 19 24 29 33 38 42 45 49 52 57 62 67 71 75 Центр
Спокойное масло
HRC
60
50
40
30
20
Твердость
Сталь 12ХН3А
Нормализация –850°С
Закалка – 840°С
1,5 4,5 7,5 10,5 13,5 16,5 19,5 22,5 25,5 28,5 31,5 34,5 мм
Расстояние от охлаждаемого торца


Диаметры прутков, мм, имеющие такую же твердость при объемной закалке
Место в прутке
Закалочная среда
96 Поверхность
14 26 39 51 61 71 82 94 106 117 130 141 152 164 178 — — — 3/4 от центра
13 18 24 30 34 39 44 49 54 58 63 68 73 78 83 87 92 — Центр
Спокойная вода
8 19 31 43 53 61 68 74 80 84 89 94 98 — — — — — Поверхность
5 12 18 25 31 38 44 49 54 59 63 68 72 77 82 87 92 — 3/4 от центра
— 5 10 14 19 24 29 33 38 42 45 49 52 57 62 67 71 75 Центр
Спокойное масло
HRC
60
50
40
30
20
Твердость
Сталь 20ХН3А
Нормализация –850°С
Закалка – 830°С
1,5 4,5 7,5 10,5 13,5 16,5 19,5 22,5 25,5 28,5 31,5 34,5 мм
Расстояние от охлаждаемого торца


Диаметры прутков, мм имеющие такую же твердость при объемной закалке
Место в прутке
Закалочная среда
96 Поверхность
14 26 39 51 61 71 82 94 106 117 130 141 152 164 176 — — — 3/4 Rот центра
13 18 24 30 34 39 44 49 54 58 63 68 73 78 83 87 92 — Центр
Спокойная вода
8 19 31 43 53 61 68 74 80 84 89 94 98 — — — — — Поверхность
5 12 18 25 31 38 44 49 54 59 63 68 72 77 82 87 92 — 3/4 Rот центра
— 5 10 14 19 24 29 33 38 42 45 49 52 57 62 67 71 75 Центр
Спокойное масло
HRC
60
50
40
30
20
Твердость
Сталь 12Х2Н4А
Нормализация – 860°С
Закалка – 860°С
1,5 4,5 7,5 10,5 13,5 16,5 19,5 22,5 25,5 28,5 31,5 34,5 мм
Расстояние от охлаждаемого торца


Диаметры прутков, мм имеющие такую же твердость при объемной закалке
Место в прутке
Закалочная среда
96 Поверхность
14 26 39 51 61 71 82 94 106 117 130 141 152 164 176 — — — 3/4 Rот центра
13 18 24 30 34 39 44 49 54 58 63 68 73 78 83 87 92 — Центр
Спокойная вода
8 19 31 43 53 61 68 74 80 84 89 94 98 — — — — — Поверхность
5 12 18 25 31 38 44 49 54 59 63 68 72 77 82 87 92 — 3/4 Rот центра
— 5 10 14 19 24 29 33 38 42 45 49 52 57 62 67 71 75 Центр
Спокойное масло
HRC
60
50
40
30
20
Твердость
Сталь 30ХГСА
Нормализация – 900°С
Закалка – 880°С
1,5 4,5 7,5 10,5 13,5 16,5 19,5 22,5 25,5 28,5 31,5 34,5 мм
Расстояние от охлаждаемого торца


Распределение твердости по сечению
Масло
Сталь 25Х2ГНТА
HRC
40
30
Твердость
-50-40-30-20-10 0 10 20 30 40 50 мм
Расстояние от центра
Кривая прокаливаемости стали
(0,19%; 0,36% Mn; 1,4% Cr; 4,15% Ni; 0,75% W; 0,10% Mo)
Закалка – 850°С
Сталь 18Х2Н4ВА
60
50
40
30
0 1,5 3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 мм
Расстояние от охлаждаемого торца
Закалка – 850°С
Сталь – 25Х2ГНТА
Закалка – 840°С
Сталь 40ХНМА
Закалка – 800°С
Сталь 65Г
20

3. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТПУСКА

Марка стали	$t_{отп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Твердость	Примечание
Ст3пс	20	304-333	402-549	27-39				Лист и фасонный прокат в горячекатаном состоянии толщиной до 30 мм
	200	196-275	422-569	19-24	–	–	–	
	300	196-265	422-579	20-26				
	400	186-255	383-520	28-40				
30							НВ	Закалка 860 °С, заготовка диаметром 60 мм
	400	412-481	549-667	16-24	53-64	88,3-186,3	153-189	
	500	383-432	530-618	18-27	61-68	117,7-205,9	150-175	
	600	343-383	481-559	21-28	66-72	147,1-225,6	138-158	
35							НВ	Закалка 850 °С в воде, заготовка диаметром 60 мм
	200	598	765	13	60	29,4	226	
	300	559	736	14	63	29,4	212	
	400	520	696	15	64	98,1	200	
	500	471	667	17	67	137,3	189	
	600	412	628	18	71	176,5	175	
	700	343	579	19	73	186,3	162	
40							НВ	Закалка 850 °С в масле
	200	755	932	7	45	29,4	267	
	300	716	863	8	51	68,6	247	
	400	637	794	9	57	88,3	225	
	500	549	736	12	62	127,5	208	
	600	451	667	16	66	166,7	188	
	700	383	618	17	71	205,9	170	
45	450	834	981	10	40	58,8		Закалка 850 °С в воде, заготовка диаметром 60 мм
	500	736	834	12	45	78,5	–	
	550	637	785	16	50	98,1		
	600	588	736	25	55	117,7		
50							НВ	Закалка 840°С в воде
	400	654	865	11,9	50,3	63,7	246	
	500	566	776	14,4	54,0	89,5	218	
	600	454	675	17,7	64,4	135,3	190	
55							НВ	Закалка 840°С в воде, заготовка диаметром 60 мм
	400	579-647	824-932	10-12	42-46	29,4-49,0	234-266	
	500	510-569	755-853	13-14	43-52	39,2-58,8	210-239	
	600	432-481	667-745	16-18	56-61	58,8-88,3	190-210	
60	200	530	687	14		190,2		Нормализация или отжиг. 0,60 % С; 0,60 % Mn; $\sigma_в$ = 708 Н/мм²
	300	451	736	27	–	139,3	–	
	400	324	461	30		107,9		
	560	520-588	883	15	42	29,4	–	Закалка 820 °С в воде. 0,59 % С; 0,46 % Mn; 0,34 % Si
	620	441-569	804	12	50-55	44,1		

Продолжение табл.

Марка стали	$t_{отп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Твердость	Примечание
22К	200	265	490-569	16	39-44	39,2-107,9		Без термообработки. Лист толщиной 30мм
	300	235	520-569	21	48-51	73,5-112,8		
	400	226	451-471	21-24	59-63	49,0-76,5	–	
	500	196	284-314	19-29	60-68	44,1-59,8		
	600	108-167	72-137	20-34	66-68	53,0-71,6		
30Х	300	540	900	11	53	20	–	Закалка 800 °С, вода
	400	560	860	13	54	39		
	500	440	690	18	70	39		
	600	490	670	17	74	54		
40Х							НВ	Закалка 850 °С в воде. Охлаждение после отпуска в воде
	200	1559	1765	8	35	29,4	552	
	300	1393	1608	7,5	35	17,7	498	
	400	1177	1324	9	40	49,0	417	
	500	912	1147	11	49	75,5	326	
	600	726	863	14	60	147,1	265	
	700	579	736	18	70	196,1	226	
15Г	400	930	980	5	65	59	–	Нормализация 900 °С, закалка 890 °С, вода, охлаждение после отпуска в масле. Заготовка диаметром 23 мм
	450	780	870	8	70	108		
	550	640	700	12	78	118		
20Г	250	–	490	–	–	–	–	Нормализация 910 °С. 0,60 % С; 0,60 % Mn
	300		481					
	350		461					
	400		432					
30Г	400	785	981	15	37	49,0	–	Закалка 820 °С в воде
	500	687	883	10	55	88,3		
	600	539	736	15	65	166,7		
	400	490	736	15	55	34,3	–	Закалка 820 °С в масле
	500	490	687	17	60	49,0		
	600	441	588	20	68	78,5		
45Г							НВ	Закалка 790 °С, вода. Пруток сечением 25 мм
	375	1230	1310	9	42	14	418	
	450	1120	1210	11	48	39	340	
	525	900	1000	13	51	59	302	
	375	–	1280	8	40	17	351	Закалка 810 °С, масло. Пруток сечением 25 мм
	525	810	950	14	52	68	269	
	300	600	880	(16)	50	39	–	Закалка 850 °С, масло. Пруток сечением 35 мм
	400	580	880	(16)	50	49	–	
	500	580	870	(18)	51	49	–	
	600	500	780	(22)	57	68	–	

Продолжение табл.

Марка стали	$t_{отп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Твердость	Примечание
							HB	Закалка 840 °С, вода
50Г	540	755	932	7	45	29,4	267	
	580	716	863	8	51	68,6	247	
	620	637	794	9	57	88,3	225	
							HB	Закалка 830 °С, масло, охлаждение после отпуска в масле. Пруток сечением 25 мм
35Г2	375	—	1370	9	44	10	402	
	450	950	1040	12	55	29	321	
	525	880	980	14	60	39	286	
	600	670	800	18	65	88	241	
							HB	Закалка 820 °С, масло. Пруток сечением 28 мм
40Г2	250	1490	1760	(4)	19	10	500	
	300	1470	1620	(6)	30	10	460	
	400	1270	1330	(10)	50	59	400	
	500	980	1080	(15)	60	127	340	
	600	780	850	(19)	62	176	250	
	375	—	1390	8	44	10	402	Закалка 830 °С, масло, охлаждение после отпуска в масле. Пруток сечением 25 мм
	450	950	1040	12	55	29	321	
	525	880	980	14	55	35	286	
	600	680	800	18	65	90	241	
							HRC	Закалка 860 °С в масле. Охлаждение после отпуска в масле
20ХГР	200	1247	1512	10,5	54,7	60,8	45	
	300	1232	1401	7,5	49,6	61,8	45	
	400	1177	1243	10,75	57,5	68,6	41	
	500	971	974	13,5	64,2	125,5	31	
	600	694	824	16,75	65,25	182,4	25	
							HB	Закалка 900 °С, масло. Отпуск 200-400 °С, 2 ч, воздух. Закалка 900 °С, масло. Отпуск 520-600 °С, 2 ч, вода
33ХС	200	1610	1750	10	48	88	510	
	320	1490	1640	10	49	78	470	
	400	1340	1470	10	52	59	430	
	520	1070	1180	14	59	88	350	
	600	900	1110	18	63	118	300	
							HB	Закалка 900 °С, масло, охлаждение после отпуска на воздухе
40ХС	200	1670	1960	10	40	59	575	
	300	1570	1810	10	43	29	530	
	400	1370	1580	10	45	59	460	
	500	1100	1320	11	50	60	380	
	600	900	1030	16	55	78	320	
40ХН	400	1226	1373	10	41	32,4		Закалка 820 °С в масле
	450	1128	1275	13	47	36,3		
	500	1079	1157	14	51	46,1	—	
	550	873	1030	17	57	76,5		
	600	765	912	20	60	83,4		
	650	667	804	21	63	109,8		

Продолжение табл.

Марка стали	$t_{отп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Твердость	Примечание
							HRC	Закалка 860 °С, масло. Охлаждение после отпуска в масле
20ХНР	200	1220	1520	10	54	49	47	
	300	1200	1400	–	–	49	46	
	400	1180	1250	11	57	69	43	
	500	880	980	14	64	127	34	
	600	740	780	16	65	172	28	
							HB	Закалка 860 °С в масле
12ХН3А	200	1275	1373	12	60	98,1	400	
	300	1128	1275	13	68	78,5	380	
	400	1079	1196	14	68	83,4	375	
	500	932	1030	19	70	117,7	280	
	600	667	736	24	75	166,7	230	
20ХН3А	200	1275	1451		56	58,8		Закалка 820 °С в масле
	300	1177	1304		56	49,0		
	400	1108	1177	–	60	58,8	–	
	500	1000	1098		63	68,6		
	600	794	814		70	147,1		
							HRC	Закалка 890 °С, масло. Пруток сечением 20 - 70 мм
25ХГСА	300	1320	1510	12	57	69	44	
	400	1200	1270	12	59	69	42	
	500	980	1030	17	60	127	35	
	600	730	830	20	67	196	25	
							HRC	Закалка 860 °С в масле, отпуск. Охлаждение после отпуска в масле
20ХГНР	200	1247	1512	10,5	54,7	60,8	45	
	300	1232	1401	7,5	49,6	61,8	45	
	400	1177	1243	10,75	57,5	68,6	41	
	550	971	974	13,5	64,2	125,5	31	
	600	694	824	16,75	65,25	182,4	25	
	200	1550	1750	10	60	125		Закалка 860 °С, масло
30ХН2МА	300	1450	1600	13	62	90		
	400	1300	1400	11	60	100	–	
	500	1100	1200	15	65	125		
	600	900	1000	19	70	200		
40ХН2МА	200	1599	1755	10	50	58,8		Закалка 850 °С в масле
(40ХНМА)	300	1471	1599	10	50	49,0		
	400	1245	1373	12	52	58,8	–	
	500	1079	1177	15	59	88,3		
	600	863	961	20	62	147,1		

Продолжение табл.

Марка стали	$t_{отп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Твер-дость	Примечание
35ХН3	625	726	892	18	61	137,3		Закалка 850 °С
МФА	655	677	824	23	67	147,1	–	в масле
	675	628	785	20	64	152,0		
50ХФА	Без отпуска	1579	1942	1,0			HRC 51-53	Закалка 850 °С в масле
	100	1657	1942	2,2			51-54	
	200	1765	2010	2,4		–	49-51	
	300	1638	1687	1,6-2,4	36		47-48	
	450			3,9	54		44-46	
	500			7,7			41-42	
60С2, 60С2А	400		1579	9		27,5	HB 477	Закалка 850 °С в масле
	500	–	1373	13	–	27,5	364	
	550		1706	15		31,4	364	
ШХ15	200	1961-2207	2158-2550				HRC 60-62	Закалка 840 °С в масле
	300	1667-1765	2305-2452	–	–	–	55-57	
	400	1275-1373	1814-1912				49-51	
	450	1177-1275	1618-1716				45-47	
ШХ15СГ	160	2256-2373	1961-2354	–	–	–	HRC 61-64	Закалка 820 °С в масле
	200	2128-2285	2158-2550				59-61	
	250	2118-2207					58-60	
	300	1863-2040	–	–	–	–	57-58	
	330	1854-1952					55-56	
95Х18	150						HRC 58-63	Закалка 1050 °С в масле
(9Х18, ЭИ 229)	200	–	–	–	–	–	57-61	
	300						54-58	
	400						55-58	
	500	–	–	–	–	–	50-53	
	600						39-42	
10Х12Н3М2ФА(Ш),	500	1170	1350	17,5	66,0	KCV 58		Закалка 1050 °С в масле
10Х12Н3М2ФА-А(Ш)	550	1046	1185	15,0	66,0	101		
	575	949	1085	16,2	61,1	98	–	
	600	891	1011	16,7	62,3	98		
	650	832	988	17,0	65,0	111		

Продолжение табл.

Марка стали	$t_{отп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_{в}$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Твердость	Примечание
							HRC	
04Х14Н5МГТЮ	450	1350	1280	16	56	5	40	—
	500	1370	1310	15	62	6	38	
	550	1050	1012	19	66	25	37	
	600	880	665	25	73	25	25	
	650	910	705	21	73	22	25	
У7, У7А	160-200	Не определяются					HRC 60-63	Закалка 780–800 °С, вода. После отпуска охлаждение на воздухе
	200-300						54-60	
	300-400						43-54	
	400-500						35-43	
У8, У8А	160-200	Не определяются					HRC 60-64	Закалка 780–800 °С, вода. После отпуска охлаждение на воздухе
	200-300						55-60	
	300-400						45-55	
	400-500						35-45	
	500-600						27-35	
У10, У10А	160-200	Не определяются					HRC 62-64	Закалка 760–780 °С, вода. После отпуска охлаждение на воздухе
	200-300						56-62	
	300-400						47-56	
	400-500						38-47	
У12, У12А	150-160	Не определяются					HRC 62-63	Закалка 760–780 °С, вода. После отпуска охлаждение на воздухе
	200-250						58-59	
9ХС	170-200	Не определяются					HRC 62-63	Закалка 840–860 °С, вода. После отпуска охлаждение на воздухе
	200-300						58-62	
	300-400						52-58	
	400-500						46-52	
	500-600						37-46	
ХВГ	170-200	Не определяются					HRC 62-63	Закалка 830–850 °С, вода. После отпуска охлаждение на воздухе
	200-300						58-62	
	300-400						52-58	
	400-500						46-52	
	500-600						37-46	

Продолжение табл.

Марка стали	$t_{отп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Твердость	Примечание
							HRC	Закалка 970 °С, масло, HRC 65. После отпуска охлаждение на воздухе
Х12	180		(2150)			8	63	
	200		(2170)			10	62	
	250		(2200)			16	60	
	300	–	(2170)	–	–	14	59	
	350		(2150)			25	58	
	400		(2050)			35	57,5	
	450		(1950)			10	56,5	
	500		(1850)			–	55	
	600		–			–	46	
							HRC	Закалка 1040 °С, масло, HRC 63. После отпуска охлаждение на воздухе
Х12Ф1	150		(2450)			25	63	
	200		(2500)			25	61,5	
	250		(2550)			25	60	
	300		(2580)			30	59	
	350	–	(2600)	–	–	35	58,5	
	400		(2850)			65	58	
	450		(3100)			75	57,5	
	500		(3000)			35	57,5	
	600		–			–	49	
							HRC	Закалка 1020 °С, масло, HRC 64. После отпуска охлаждение на воздухе
Х12МФ	150		(2550)			30	63	
	200		(2650)			40	62	
	250		(2750)			57	61	
	300		(2920)			64	59,5	
	350	–	(3100)	–	–	60	59	
	400		(3030)			50	58,5	
	450		(2950)			40	58	
	500		(2900)			30	59	
	550		–			–	51	
							HRC	Закалка с 1020 °С, масло, HRC 64. После отпуска охлаждение на воздухе
Х12ВМФ	180		(2150)			2	62	
	200		(2330)			23	60,5	
	250		(2500)			30	59	
	300		(2650)			36	58	
	350	–	(2759)	–	–	40	58	
	400		(2840)			44	58	
	450		(2750)			40	58,5	
	500		(2500)			–	60	
	550		–			–	58	

Продолжение табл.

Марка стали	$t_{отп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Твердость	Примечание
7Х3	150-200 200-300 300-400 400-500 500-600	Не определяются					HRC 50-62 58-60 55-58 50-55 39-50	Закалка с 850–880 °С, вода. После отпуска охлаждение на воздухе
5ХГМ	450 500 550 600	1450 1340 1240 1100	1600 1450 1400 1200	7 11 13 15	23 34 30 35	26 30 37 46	HRC 45 41 38 36,5	Закалка 850 °С, масло, HRC 58. После отпуска охлаждение на воздухе. Заготовка 15 × 15 (мм)
5ХНМ	400 450 500 550 600	1400 1420 1300 1200 –	1600 1530 1400 1350 1170	10 9 15 12 16	40 37 37 34 51	35 38 46 60 68	HRC 46 44 42 38 36	Закалка 850 °С, масло, HRC 58. После отпуска охлаждение на воздухе. Заготовка 15 × 15 (мм)
4ХМФС (40ХСМФ)	300 350 400 450 500 550 600 650	1600 1430 1400 1385 1375 1365 1200 820	2100 1720 1670 1650 1630 1610 1280 900	10 10 11 12 13 13 14 22	40 36 38 40 45 50 52 62	30 30 33 33 40 50 80 160	HRC 48,5 47,5 46,5 46,5 46,0 44,0 40,0 40,0	Закалка 920 °С, масло, HRC 53–55. После отпуска охлаждение на воздухе (2 ч). Образцы 15 × 15 (мм)
7ХГ2ВМФ	150 200 250 300 350 400 450 480	– – – – – – – –	(2800) – (3180) (3100) (3000) (3000) – –	– – – – – – – –	– – – – – – – –	60 – 80 60 60 100 – –	HRC 61 59 58 57 55 53 51 50	Закалка 860 °С, воздух, HRC 62. После отпуска охлаждение на воздухе. Поковки диаметром 25 мм
3Х2МНФ	450 500 550 600 650	1300 1320 1340 1150 740	1600 1520 1520 1220 840	6 8 9 10 18	12 17 17 25 50	40 70 80 100 120	HRC 48 48 46 40 27	Закалка 930 °С, масло, HRC 54. После отпуска охлаждение на воздухе (2 ч)

Продолжение табл.

Марка стали	$t_{отп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Твердость	Примечание
							HRC	Закалка 980 °С, масло, HRC 58–59. После отпуска охлаждение на воздухе
5Х2МНФ	500	1460	1770	11	39	36	47,5	
	550	1550	1800	13	43	40	47,5	
	600	1525	1720	12	44	50	47,5	
	650	1330	1430	13	48	60	43,5	
							HRC	Закалка 1040 °С, масло, HRC 49. После отпуска охлаждение на воздухе (2 ч). Образцы 10 × 10 (мм)
3Х3М3Ф	500	1350	1660	14	46	48	46	
	550	1480	1700	12	52	32	46	
	600	1540	1700	10	52	23	45,5	
	625	1420	1600	12	50	40	43,0	
	650	1300	1480	10	47	47	41,5	
							HRC	Закалка 1020 °С, масло, HRC 52. После отпуска охлаждение на воздухе. Образцы 10 × 10 (мм)
4Х5МФ1С	300	1520	1900	9	28	48	51	
(ЭП 572)	400	1600	1910	8	25	44	53	
	500	1520	2000	8	27	20	54	
	600	1490	1650	10	45	46	48,5	
							HRC	Закалка 1060 °С, масло, HRC 62,5. После отпуска охлаждение на воздухе (1,5 ч)
6Х6В3МФС	200					16	61,7	
(55Х6В3СМФ	250					–	58,0	
ЭП 569)	300					16	56,5	
	350	–	–	–	–	–	56,0	
	400					14	56,5	
	450					–	57,5	
	480					12	58,5	
								Закалка 1060 °С, масло, HRC 62,5. После отпуска охлаждение на воздухе (трехкратный по 1 ч)
	500					13	59,0	
	520	–	–	–	–	13	59,5	
	540					14	59,0	
	560					13	56,5	
							HRC	Закалка 1075 °С, масло, HRC 64. После отпуска охлаждение на воздухе (1,5 ч)
8Х4В2МФС2	170		(3000)			–	62,0	
(ЭП 761)	200		(3330)			35	60,5	
	250		(3700)			45	58,0	
	300	–	(3900)	–	–	90	57,2	
	350		(3750)			105	57,6	
	400		(3500)			70	58,5	
	450		(3200)			45	59,7	
	480		(3180)			40	61,0	

Продолжение табл.

Марка стали	$t_{отп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Твердость	Примечание
							HRC	Закалка 1075 °С, масло, HRC 62,5. После отпуска охлаждение на воздухе (трехкратный по 1 ч)
8Х4В2МФС2 (ЭП 761)	500	–	(3200)	–	–	35	61,4	
	520		(3250)			30	62,2	
	540		(3500)			40	61,8	
	560		(3800)			44	61,5	
							HRC	Закалка 1060 °С, масло, HRC 62. После отпуска охлаждение на воздухе (1,5 ч)
11Х4В2МФ3С2 (ДИ 37)	170	–	(3800)	–	–	50	61,0	
	200		(4000)			57	60,0	
	250		(4200)			74	58,0	
	300		(4300)			78	57,5	
	350		(4200)			75	57,0	
	400		(4000)			64	57,5	
	450		(3600)			37	58,5	
	500	–	(3600)	–	–	30	60,4	Закалка 1060 °С, масло, HRC 62. После отпуска охлаждение на воздухе (трехкратный по 1 ч)
	520		(3800)			30	61,0	
	540		(3900)			30	59,5	
	560		(4100)			30	57,6	
	580		–			30	55,0	
	170	–	(3200)	–	–	35	60,2	Закалка 1090 °С, масло, HRC 62. После отпуска охлаждение на воздухе (1 ч)
	200		(3600)			40	58,8	
	250		(3600)			60	57,7	
	300		(3670)			65	56,7	
	350		(3700)			60	56,4	
	400		(3500)			45	57,0	
	450		(3100)			30	58,5	
	500	–	(3300)	–	–	22	61,0	Закалка 1090 °С, масло, HRC 62. После отпуска охлаждение на воздухе (трехкратный по 1 ч)
	520		(3400)			24	62,0	
	540		(3600)			26	60,2	
	560		(3700)			–	58,6	
	580		–			–	56,3	
						KCV		
06Х12Н3ДЛ	20	585	760	21,8	64,0	100	–	–
	100	556	711	20,5	67,0	154		
	200	563	665	18,4	67,4	150		
	300	547	646	16,7	63,0	163		
	350	512	622	14,5	55,0	165		
	400	517	575	15,3	65,0	173		

Примечание. В столбце $\sigma_в$ в скобках даны значения $\sigma_и$ - предел прочности при изгибе.

4. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ИСПЫТАНИЯ

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
Ст3кп	20	205	386	37,0	59,7		Лист толщиной 12 мм в состоянии поставки (образцы поперечные); 0,18 % C; 0,02 % Si; 0,41 % Mn; 0,029 % S; 0,014 % P; 0,04 % Cr; 0,04 % Cu
	100	192	370	26,7	59,7		
	200	177	430	21,0	51,0		
	300	158	451	23,3	49,1	–	
	350	153	428	26,0	52,1		
	400	153	395	35,3	61,7		
	450	151	327	31,3	71,2		
Ст3сп	20	206-343	422-520	28-37	56-68		Лист и фасонный прокат в горячекатаном состоянии толщиной до 30 мм
	200	216-284	500-559	16-28	41-55		
	300	206-265	490-559	20-31	43-61	–	
	400	157-255	275-490	34-43	60-73		
	500	126-177	216-392	36-43	60-73		
Ст3Гпс	20	226-392	412-569	26-39	58-68		Лист толщиной от 12 до 50 мм в горячекатаном состоянии
	200	216-392	451-579	18-24	46-59		
	300	216-363	490-598	20-25	43-55	–	
	400	196-265	451-530	22-31	48-63		
	500	177-245	304-402	20-30	65-76		
08кп	15	276	371	38,0	70,6	152,0	В горячекатаном состоянии
	-40	288	383	30,0	74,4	22,6	
	-80	338	453	34,7	75,1	4,4	
	-183	–	806	2,8	0,6	3,9	
08	20	177	314	20	77	68,6	В горячекатаном состоянии; 0,07 % C; 0,10 % Si; 0,27 % Mn; 0,022 % S; 0,019 % P
	200	206	392	16	65	137,3	
	300	98	373	24	67	127,5	
	400	88	275	31	77	117,7	
	500	79	196	33	78	88,3	
	650	59	137	41	85	78,5	
10	20	260	422	31,5	69,0	220,6	Нормализация с 900—920 °С. Заготовка диаметром 45 мм
	200	221	485	20,0	55,0	176,5	
	300	177	515	23,0	55,0	142,2	
	400	167	353	24,0	59,0	98,1	
	500	157	255	18,5	62,5	78,5	
	600	88	108	33,5	84,0	294,2	
15	20	245	451	32	69	176,5	Нормализация с 900—920 °С
	200	226	520	19	53	196,1	
	300	226	539	18	51	137,3	
	400	186	422	27	68	98,1	
	500	167	304	26	66	78,5	
	600	118	157	30	80	343,2	
20	20	282	433	34,3	66,0	213,8	–
	200	230	405	27,8	66,8	186,3	
	300	167	416	29,4	64,1	188,3	
	400	150	340	39,3	80,5	100,0	
	500	136	245	40,3	86,2	88,3	
	600	74	148	47,4	85,3	165,7	

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
25	20	314	490	28	58	78,5	В состоянии поставки. 0,28 % C; 0,25 % Si; 0,64 % Mn; 0,024 % S; 0,019 % P
	200	324	559	12	44	98,1	
	300	196	539	22	57	88,3	
	400	167	461	25	65	68,6	
	500	147	333	28	70	49,0	
	600	69	157	44	92	78,5	
30	20	324	530	25	52	62,8	В состоянии поставки
	200	304	677	20	39	82,4	
	300	206	579	21	51	70,6	
	400	186	500	23	64	58,8	
	500	147	353	24	70	43,1	
	600	79	196	35	83	74,5	
35	20	324	530	25	52	58,8	В горячекатаном состоянии; 0,36 % C; 0,19 % Si; 0,53 % Mn; 0,018 % S; 0,019 % P
	200	304	579	9	39	78,5	
	300	206	579	21	52	68,6	
	400	186	500	23	64	58,8	
	500	147	353	24	70	39,2	
	600	79	196	35	83	68,6	
40	20	363	657	24	50	58,8	Нормализация с 850 °С, отпуск при 650 °С
	200	275	588	20	51	88,3	
	300	363	637	25	47	88,3	
	500	226	343	27	68	58,8	
	600	128	177	27	52	88,3	
45	20	353	628	22	50	46,1	Нормализация
	200	343	687	10	36	63,7	
	300	255	716	22	44	66,7	
	400	226	559	21	65	54,9	
	500	177	373	23	67	39,2	
	600	79	216	33	90	58,8	
	-196	951	1040	14	28		
60	20	510	706	17	60	–	Улучшение: 0,60 % Cu; 0,60 % Mn
	200	530	687	14			
	300	451	559	27			
	500	324	461	30			
22К	20	245-294	500-520	22-26	50-61	83,4-112,8	Без термообработки. Лист толщиной 30 мм
	200	216-265	490-549	16	39-44	39,2-107,9	
	300	216-235	520-569	21	48-51	73,5-103,0	
	400	226	451-530	21-24	59-63	49,0-76,5	
	500	196	284-314	19-29	60-68	44,1-59,8	
	600	108-126	137-167	20-31	66-68	53,0-71,6	

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
16ГС	20	245-294	471-500	27-33	51-72	58,8-196,1	Нормализация с 950 °С, охлаждение со скоростью 50 °С/ч; отпуск при 600—750 °С, выдержка 5 ч, охлаждение со скоростью 50 °С/ч. Лист толщиной 4—160 мм. Образцы поперечные
	200	177-255	422-451	24-31	52-74	205,9-343,2	
	250	–	–	–	–	245,2-304,0	
	300	196-226	392-481	22-29	48-70	225,6-313,8	
	350	177-226	451-481	25-31	66-71	205,9-313,8	
	400	177-216	402-432	27-34	64-76	127,5-235,4	
	500	147-196	255-343	31-38	68-85	117,7-156,9	
	550	137	255	37	68	–	
	600	108-126	157-177	38-46	82-90	117,7-156,9	
16ГНМА	20	392-451	549-608	21-25	60-66	122,6-132,4	Нормализация с 930 °С, отпуск при 670 °С, выдержка 5 ч, охлаждение со скоростью 50 °С/ч. Лист толщиной 100 мм. 0,16 % C; 1,22 % Si; 1,16—1,37 % Ni; 0,45—0,59 % Mo. Лист толщиной 100 мм Образцы поперечные
	350	363-373	559-588	20-28	55-69	98,1-117,7	
	400	333-373	500-539	20-25	57-73	88,3-161,8	
	450	324-343	471-520	20-23	66-73	78,5-83,4	
	500	304-314	451-471	20-24	67-70	58,8-73,5	
	20	349	519	24,3	66,0	107,9-127,5	Отпуск при 660—680 °С, 8—12 ч, 0,18 % C; 0,77 % Mn; 1,25 % Ni; 0,44 % Mo
	350	326	501	20,0	62,3	133,4	
	370	321	495	18,7	54,8	137,3	
	400	326	477	19,7	59,9	126,5	
	450	283	428	19,3	69,8	117,7	
	500	275	388	17,7	76,6	78,5	
	600	249	283	16,7	85,5	98,1	
	650	121	155	22,0	93,7	181,4	
30Х				δ_5			Закалка 860 °С, масло; отпуск 500 °С. Пруток диаметром 40 мм
	300	570	790	25	65	127	
	400	510	650	21	74	98	
	500	450	600	14	75	83	
38ХА	20	883	981	18	60	117,7	–
	-40	–	–	–	–	78,5	
	-70	1000	1118	18	55	58,8	
	-196	1383	1422	17	42	9,8	
	20		696	28			–
	200		716	23			
	300	–	657	23	–	–	
	350		608	24			
	400		539	25			

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
40Х	20	785	932	13	55	83,4	Закалка с 820—840 °С в масле; отпуск при 550 °С
	200	706	883	15	42	117,7	
	300	677	873	17	58		
	400	608	687	18	68	98,1	
	500	432	490	21	80	78,5	
45Г				δ_{10}			Нормализация 860 °С (крупнозернистая структура)
	200	370	760	10	22		
	300	285	740	20	35	—	
	400	265	590	20	47		
	500	220	520	37	52		
	200	570	810	15	40		Отжиг (мелкозернистая структура)
	300	460	780	25	52	—	
	400	375	640	25	55		
	500	255	450	45	60		
50Г				δ_{10}			Нормализация 830 °С (крупнозернистая структура)
	200	370	760	10	22		
	300	285	740	20	35	—	
	400	260	590	20	47		
	500	220	520	37	52		
	200	570	810	15	40		Отжиг (мелкозернистая структура)
	300	460	780	25	52	—	
	400	375	640	25	55		
	500	255	450	45	60		
35Г2				δ_5			Нормализация 870 °С, воздух
	200	265	570	14	—	—	
	300	235	580	19			
	400	215	490	23			
40Г2				δ_{10}			Отжиг 900 °С, воздух, затем нагрев до 650 °С, охлаждение с печью
	-20	450	800	18	40	59	
	100	410	740	17	40	78	
09Н2МФБА-А	-80	432-439	580-604	32,3-34,3	79,7-81,3		Закалка 910°С, отпуск 650 °С, дополнительный отпуск 610—630 °С, 5 ч; 640—660 °С, 10 ч. Поковка-обечайка сечением 320 мм; масса 77 т. Подприбыльная часть. Направление вырезки — продольное, место вырезки — с глубины ≥ 1/3 толщины обечайки
	-50	396-401	541-546	32,3-33,3	82,9		
	0	355-365	505-511	30,7-34,0	82,2-84,2		
	20	371-382	489-493	30,7-31,0	84,2		
	100	342	452	29,0-30,3	84,2	—	
	150	329-331	436-438	26,7-27,3	84,2		
	175	329	432	23,7-25,3	85,1		
	200	324	438-441	23,6-26,0	84,2-85,1		
	800	39-40	39-43	76,7-77,7	75,0-87,7		

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
09Н2МФБА-А	-80 -50 0 20 100 150 175 200 800	428-445 391-393 352-375 375-378 336-353 330-336 323-329 320-322 42-43	593-602 542-554 521-524 498-502 424-428 404-406 401-403 398-399 49-54	30,3-35,7 31,7-33,0 30,0-32,3 28,3-29,0 25,7-30,3 25,7-29,0 25,7-28,3 27,7-28,7 72,3-103,3	79,8-81,4 82,9-84,2 85,1 81,4 82,9 84,2 85,1 81,4-82,9 73,3-78,2	—	Закалка 910 °С, отпуск 650 °С; дополнительный отпуск 610—630 °С, 5ч; 640—660 °С, 10 ч. Поковка-обечайка сечением 320 мм; масса 77 т. Донная часть. Направление вырезки — продольное, место вырезки — с глубины ≥ 1/3 толщины обечайки
09Н2МФБА-А	-80 -50 0 20 100 150 175 200 800	426-446 406-414 358 382-384 352-355 338-344 326-332 343-344 42	573-577 549-556 474-495 470-479 444-447 435-436 430-431 449-451 52-56	37,3-40,0 33,3-38,7 35,0-36,3 33,3-36,7 29,7-31,3 28,0-29,7 28,3-29,0 28,3-29,3 85,0-92,3	81,4 81,4-82,9 81,4-84,2 84,2-85,1 84,2-86,7 82,9-86,7 84,2-86,7 84,2-85,1 73,3-75,0	—	Закалка 910 °С, отпуск 650 °С + дополнительный отпуск 610—630 °С, 30 ч + 640—660 °С, 30 ч. Поковка-плита толщиной 340 мм; масса 32 т. Подприбыльная часть. Направление вырезки — продольное, место вырезки — с глубины ≥ 1/4 толщины плиты
09Н2МФБА-А	-80 -50 0 20 100 150 175 200 800	425-446 417-500 405-447 393-447 357-436 334-374 336-409 327-347 42-43	572-599 560-605 523-553 495-549 458-518 452-476 445-509 464-451 60	33,3-35,7 30,7-53,3 32,3 26,7-35,0 25,0-29,0 25,3-26,0 23,3-27,3 26,7 63,3-71,6	78,2-79,8 78,2-79,8 84,2 81,4-82,9 83,6-84,2 83,6 84,2-84,9 81,4-82,9 62,3-66,0	—	Закалка 910 °С; отпуск 650 °С + дополнительный отпуск 610—630 °С, 5 ч + 640—660 °С, 10 ч. Поковка—плита толщиной 340 мм; масса 32 т. Донная часть. Направление вырезки — продольное, место вырезки — с глубины ≥ 1/4 толщины плиты
15ХФ	800 900 1000 1100 1200		57 47 32 24 19	δ_{10} 23 26 43 46 60	62 34 68 94 99		Отжиг. Скорость перемещения захватов испытательной машины 0,4—0,5 мм/мин. Образец диаметром 10 мм, длиной 100 мм

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
30ХМ, 30ХМА	20	588	728	19,5	70,0	186,3	Закалка 870—880 °С в масле, отпуск при 650 °С
	200	495	662	20,5	96,5	–	
	300	525	716	21,0	68,5	205,9	
	400	481	633	22,0	75,0	199,1	
	450	456	579	23,0	77,0	154,9	
	500	427	500	22,0	80,0	142,2	
	550	422	461	21,0	82,0	–	
	600	324	348	28,5	89,5	142,2	
34ХМА	20	422-510	608-706	17-22	54-61	49,0-98,1	Образцы вырезаны из диска диаметром 755—915 мм, толщиной 35—110 мм, втулка диаметром 115—400 мм, НВ 212—223, образцы тангенциальные
	100	441	618	18	57	107,9	
	200	422	613	16	52	107,9	
	300	397	588	16,5	51	83,4	
	400	392	549	17	54	78,5	
	450	392	525	16,5	68	78,5	
	500	353	441	18	74	58,8	
	550	333	397	18	75	55,9	
	600	235	255	24	85	73,5	
35ХМ	20	772	878	22,6	66,0	189,3	Закалка 880 °С в масле, отпуск при 650 °С
	200	576	734	22,8	70,7	166,7	
	450	555	670	22,9	78,2	134,4	
	500	487	546	22,3	85,8	123,6	
40ХФА	20	843	922	26	63		Закалка 850 °С в масле, отпуск при 640 °С, 0,43 % C; 0,22 % Si; 0,59 % Mn; 1,14 % Cr; 0,18 % V
	200	804	902	22	46		
	300	745	843	18	35	–	
	400	706	853	28	50		
	500	402	490	30	65		
	600	–	373	51	80		
40ХН	20		789	17,5	47,7		Нормализация 850 °С
	200		753	13,5	50,1		
	300	–	687	19,8	46,7	–	
	400		538	24,6	65,0		
	500		485	24,6	78,5		
	600		353	26,9	84,8		
12ХН2	17		481	27	75		Отжиг при 680 °С, 1 ч
	-196	–	873	19	22	–	
	-253		991	27	0		
	17		500	25	75		Отжиг при 800 °С, 1 ч
	-196	–	843	20	52	–	
	-253		1167	0	2		

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
12ХН3А	20	724	873	16,8	70,7	–	Цементация; закалка в масле; отпуск при 200 °С, 3 ч. Образцы вырезались из детали после термообработки
	-183	1011	1236	21,3	63,5		
30ХН3А	20	814	897	20,0	68,0	–	Закалка 840 °С в масле; отпуск при 600 °С, 30 мин с охлаждением в масле
	-183	1157	1250	23,5	54,0		
30ХГС, 30ХГСА	20	941	1049	13	56	52,0	Закалка 880 °С в масле, отпуск при 560 °С
	250	834	1000	13	47	126,5	
	300	814	951	10	50	124,5	
	400	785	902	16	69	94,1	
	500	647	687	21	83	72,6	
	550	490	500	27	84	63,7	
34ХН1М, 34ХН1МА	20	579-628	775-804	19-23	68	196,1-245,2	Закалка 860 °С в масле; отпуск при 660 °С
	200	549	726	18-20	62-68		
	300	510	716	15	54-56	–	
	400	471	618-657	19-21	72		
	500	432-461	500-510	22-24	83-84		
				δ_5			
30ХН2МА	20	1100	1200	15	60	125	Закалка; высокий отпуск
	200	950	1100	16	63	120	
	400	800	950	20	75	100	
	500	700	800	20	80	70	
	600	450	540	30	93	105	
34Н3М, 34ХН3МА	20	858	956	18,7	49,3	127,5	Закалка 880 °С в масле, отпуск при 690 °С, 5 ч. Закалка 860 °С в масле; отпуск при 640 °С, 2 ч. Образцы продольные
	100	837	940	16,3	62,3	135,3	
	200	763	905	15,7	39,9	149,1	
	300	718	915	16,7	55,6	–	
	400	701	863	21,0	69,8	145,1	
	500	539	610	18,3	75,0	101,0	
	600	456	483	25,0	89,0	108,9	
	700	158	179	46,7	95,5	–	
40ХН2МА (40ХНМА)	20	951	1069	15,6	58,0	78,5	Закалка 850 °С в масле; отпуск 580 °С
	200	–	–	–	–	104,0	
	250	834	1010	13,0	46,9	108,9	
	400	775	951	17,0	63,1	84,3	
	500	677	696	18,0	80,1	53,9	

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
18Х2Н4МА	20	1089	1236	12	61	127,5	Закалка 880 °С в масле; отпуск 560 °С.
	200	1059	1187	12	60	137,3	
	300	1049	1196	14	64	117,7	
	400	961	1059	14	69	107,9	
	500	814	883	14	70	98,1	
	550	706	755	16	73	107,9	
	20	—	1314	13	54	107,9	—
	-40		1363	13	54	88,3	
	-70		1402	13	54	88,3	
	-196		1697	14	48	39,2	
38Х2МЮА (38ХМЮА)	20	853	961	19,0	—	—	—
	150	775	892	15,0			
	200	706	853	16,5			
	425	598	716	21,0			
	538	441	608	25,0			
12МХ	20	278	446	31,5	66,5	189	Нормализация 920 °С, отпуск 680—690 °С, воздух
	300	286	474	20,3	57,4	156	
	400	252	449	22,9	62,0	178	
	450	253	428	21,6	60,3	97	
	500	235	397	22,1	61,8	94	
	550	220	357	21,6	63,7	77	
	600	220	305	25,8	64,3	142	
15ХМ	20	343	529	25	67	—	Нормализация 900—925 °С; отпуск 630—650 °С, воздух
	400	245	490	23	69		
	450	245	481	21	74		
	500	269	470	20	75		
	550	245	412	21	78		
	600	240	304	22	77		
20ХМ	20	441	554	24,0	68,0	117	Закалка 860—870 °С, масло; отпуск 690—700 °С, охлаждение с печью. Радиальные образцы
	370	363	500	22,0	66,0	186	
	470	358	470	23,0	73,5	176	
	520	333	426	21,0	73,0	122	
	570	314	368	22,0	80,0	98	
12Х1МФ (ЭИ 575)	20	323	520	25	55	—	Нормализация 950—980 °С; отпуск 740—760 °С, воздух
	480	294	470	18	67		
	500	215	304	22	78		
	520	205	294	22	66		
	560	186	225	23	74		
	580	156	196	23	79		

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
15Х1М1Ф	20	340	557	23,2	62,5	35	Нормализация 1020—1050 °С; отпуск 740—760 °С.
	500	337	477	22,0	64,9		
	550	301	413	23,5	61,6		
	585	296	367	24,6	72,2		Труба ∅ 325×72 (мм)
	595	281	354	26,5	76,2	–	
	635	233	264	30,9	83,5		
	660	219	253	31,3	84,8		
	700	165	185	35,9	88,8		
12Х2МФСР	20	235-333	470-529	24-35	–	264-284	Нормализация 970—980 °С; отпуск 760—780 °С.
	560	220-290	300-360	26-34	82-87	225-274	
	580	196-235	265-343	28-34	81-85	245-264	
	610	176-206	235-264	32-39	80-85	215-274	Труба ∅ 42 × 6 (мм)
	20	431-461	580-608	24-27	72-74	184-186	Нормализация 970—980 °С; отпуск 760—780 °С.
	500	333-382	441-480	18-22	68-76	–	
	580	200-240	270-350	21-23	82-84	156-186	
	620	265-313	274-343	21-27	84-88	137-186	Труба ∅ 273×36 (мм)
	650	215-304	225-304	22-32	87-99	–	
25Х1МФ (ЭИ 10)	20	794-1000	979-1049	16-19	60-64	78-98	Закалка 930—950 °С, масло; отпуск 600—620 °С
	400	612	715	17,3	67,9		
	450	585	688	16,7	70,8	–	
	500	582	625	19,0	75,0		
	550	486	549	19,5	78,4		
25Х1М1Ф (Р2, Р2МА)	20	647	774	21	65,5	127	Закалка 950 °С, масло; отпуск 670—690 °С, 8 ч. Диски диаметром 1020 мм, тангенциальные образцы (периферия)
	500	510	603	14	71,5	108	
	565	500	510	15,5	76,5	108	
	580	456	480	18	81	103	
	600	431	456	16	73,5	108	
25Х1М1Ф (Р2, Р2МА)	20	657	780	198	57	83	Закалка 950 °С, масло; отпуск 670—690 °С, 8 ч. Диски диаметром 1020 мм, тангенциальные образцы (центр)
	500	430	525	15,5	55	176	
	565	402	441	21	78	176	
	580	373	402	24	79,5	170	
	600	328	338	20	88,5	191	
25Х2М1Ф (ЭИ 723)	20	696-853	823-931	16-18	64-69	98-125	Нормализация 1030—1050 °С; нормализация 950—970 °С; отпуск 650—680 °С
	500	608-666	666-715	14-18	66-73	166	
	550	530-598	569-666	15-17	70-78	137	
	600	519-560	549-657	17-23	76-82	137	

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
25Х2М1Ф (ЭИ 723)	20	784-1050	882-1157	11-21	39-70	62	Нормализация 1030—1050 °С; отпуск 650—660 °С
	500	676-764	764-824	14-19	65-71	86	
	550	637-716	686-745	17	74	74	
	600	519-686	549-706	16-22	70-77	94	
	650	519-539	549-569	20	73-78	—	
20Х1М1Ф1ТР (ЭП 182)	20	745-814	833-922	16-18	64-69	147-176	Отжиг 950 °С; закалка 980—1050 °С, масло; отпуск 700 °С
	500	618	676	15-18	73-74	137-176	
	550	559	608	15	73	127	
	565	556	598	15-18	75-78	127-176	
	580	539	568	15-18	74	157-176	
	600	468-519	470-540	15-20	78	147-176	
	625	461-510	470-530	16-20	79	157-176	
	650	441-490	461-510	15-24	78	206	
	700	353-402	373-470	15-23	82	284	
20Х1М1ФБР (ЭП 44)	20	725-745	843-882	16-17	64-67	49-98	Нормализация 1100 °С, отпуск 725 °С
	525	598	647	16	69	108	
	550	529	569	12	75	163	
	565	500	530	12	75	156	
	580	461	490	11	74	137	
	600	470	500	14	74	137	
20Х3МВФ (ЭИ 415, ЭИ 579)	20	735-814	873-912	13,0	45-50	34-44	Закалка 1050 °С, масло; отпуск 700 °С. Диски диаметром 600—1000 мм, толщина 100—150 мм
	200	696	785	12,5	54,5	67	
	300	696	780	10,0	38,5	88	
	400	657	725	9,5	33,0	83	
	500	578-608	598-627	11-15	44-52	78	
	550	510-549	530-560	10-11,5	44	58-78	
	580	480-500	490-539	11,0	27-40	58-78	
	600	450-470	461-480	10,0	25-34	58-78	
20Х3МВФ (ЭИ 415, ЭИ 579)	20	588-686	686-784	12-18	41-68	39-107	Нормализация 1050 °С; закалка 1000 °С, масло; отпуск 670 °С, охлаждение с печью до 150 °С (поковка ротора из слитка 47 т диаметром бочки 965—1075 мм)
	300	510-559	598-678	11,5-14,5	54-61	107-22	
	400	500-588	549-560	13-15,5	57-65	98-117	
	500	451-569	470-569	15-19,5	69-72	88-117	
	550	402-510	412-520	12-20,5	65-80	88-113	
	600	343-451	363-460	17,5-23	70-84	88-108	

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
15Х5М (12Х5МА, Х5М)	20	660	796	15,8	49,7		Нормализация 1000 °С; отпуск 700 °С, воздух
	200	582	683	15,3	68,2		
	300	553	668	14,7	65,0	–	
	400	533	654	14,1	64,0		
	500	464	550	19,0	75,0		
	600	301	414	22,1	84,3		
	20	229	514	31,4	74		Отжиг 850—870 °С, печь или воздух
	200	182	429	28,9	80		
	300	184	407	26,7	78,2	–	
	400	167	387	24,8	75,5		
	500	158	355	30,7	77,9		
	600	119	241	42,4	89,9		
50ХФА	20	858	941	22	62		Закалка 850 °С в масле; отпуск при 640 °С
	200	818	912	16	62		
	300	755	858	20	59	–	
	400	716	851	16	62		
	500	418	501	26	74		
	600	–	385	30	87		
60С2, 60С2А	20	1093	1275	11-13	32,5	24,5	Закалка 860 °С в масле; отпуск 550 °С. Заготовка диаметром 17 мм
	300	932	1226	15,0	41,0	43,1	
	400	824	951	18,5	71,0	44,1	
	500	510	593	22,5	37,0	43,1	
95Х18 (9Х18, ЭИ 229)	20				–		Закалка 1050 °С в масле; обработка холодом -70 °С, отпуск 400 °С
	200	–	–	–	1,2-1,8	–	
	300				1,2-2,2		
	400				1,2-2,2		
10Х9МФБ (ДИ 82)						KCV	Нормализация 1030—1050 °С; отпуск 760—780 °С. Лист толщиной 150 мм, образцы поперечные
	-40	–	–	–	–	75	
	-20					90	
	0					175	
	20	490	620	21,0	64,0	220	
	100	451	549	17,7	67,0		
	200	451	549	18,5	69,0		
	300	430	520	16,0	66,0		
	400	422	509	16,0	65,0	–	
	450	353	461	15,0	67,0		
	500	363	392	18,0	79,0		
	550	343	382	18,0	75,0		
	600	314	343	21,5	81,0		

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
10Х12НД	20	539	637	14	30	KCU 78	Закалка 950—1050 °С, охлаждение со скоростью 30 °С в ч; отпуск 660—680 °С, охлаждение с печью или на воздухе. Лист – до 150 мм
06Х12Н3Д	20	784	851	22,7	70,7	KCV 153	Закалка 960 °С + закалка 790 °С + отпуск 590 °С. Лист, поковки – до 550 мм
	360	638	678	19,6	71,8	141	
	400	607	653	16,9	65,3	122	
	430	595	642	11,2	66,0	145	
08Х13 (0Х13, ЭИ 496)	20	274-353	461-510	25-37	73-80	235-323	Закалка 1000—1020 °С, вода, отпуск 680—720 °С, 12 ч
	100	274-294	431	28-29	77-79	353	
	200	245-274	402-421	27-29	75-78	333-372	
	300	235-274	382-402	22-27	73-77	333-363	
	400	216-255	343-470	23-26	71-79	343-363	
	450	196-245	314-323	23-30	72-77	323-343	
	500	186-225	216-284	26-37	73-84	294-323	
	600	147-167	167-181	34-45	87-89	245-265	
10Х12Н3М2ФА(Ш), 10Х12Н3М2ФА-А(Ш)	20	1059	1205	13,7	59,1	74	Закалка, отпуск. Поковки дисков диаметром 2000 мм, толщиной 650 мм
	250	1042	1145	11,4	61,1		
	370	935	1027	10,1	58,8	–	
	440	925	1009	10,3	59,9		
12Х13 (1Х13)	20	568-588	696-735	19-22	66-68	137-167	Закалка 1030—1050 °С, в масле; отпуск 700—750 °С
	400	461-490	568	13-15	64-67	176-225	
	470	461-490	549	13	67	235	
	500	441-470	519-539	15-18	69	186-245	
	550	412	451	20	73	—	
	600	314-412	333-451	20-27	79-85	186-265	

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
20Х13 (2Х13)	-40	–	–	–	–	50	Нормализация 1000—1020 °С, отпуск 730—750 °С
	-20					59	
	20	510	715	21	66	64-171	
	300	392	539	18	66	196	
	400	392	519	16,5	58,5	196	
	450	372	480	17,5	57	235	
	475	412	480	24,5	71	–	
	500	353	431	32,5	75	245	
	550	274	343	36,5	83	216	
30Х13 (3Х13)	20	701	941	16,0	52,0	54	Закалка 1000 °С; воздух + отпуск 650 °С, 2—3 ч. Пруток
	200	657	818	14,0	57,5	127	
	300	627	774	13,0	53,0	123	
	400	573	706	12,5	52,5	157	
	450	–	–	–	–	167	
	500	529	608	14,0	54,5	162	
	550	485	529	16,5	69,5	157	
	600	412	451	21,0	80,5	157	
40Х13 (4Х13)	20	710-898	931-1092	12,5-14,5	32,0-41,5	12,0-24,5	Нормализация 1050—1100 °С; отпуск при 600—650 °С
	200	813	941	11,0	40,0	49,0	
	300	715	902	10,0	38,5	68,6	
	400	671	779	11,5	45,0	73,5	
	500	466	519-539	18,0-19,5	67,0-76,5	78,4-132	
	600	255	304	21,0	8,4	117,6	
08Х14МФ	-40	–	–	–	–	KCV 12	Нормализация 1000—1030 °С; отпуск 750—780 °С. Трубная заготовка
	-20					22	
	-10					57	
	0					109	
	20	343	539	20	50	161	
	100	333	520	20	50		
	200	314	490	18	50		
	300	294	470	17	50		
	400	274	412	18	50		
	450	255	392	17	55		
	500	235	372	20	55		
	530	216	333	20	60		
	550	196	314	20	60		

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
03Х14ГНФ-ВИ	-70					43	Отжиг 670—700 °С
	-50					78	
	-20	–	–	–		83	
	0					86	
	20				–	96	
	675	370-420	577-650	22			
	725	608-632	797-799	10		–	
	785	703-704	835-868	10			
	865	744-762	827-847	8			
10Х14Г14Н4Т (Х14Г14Н3Т, ЭИ 711)						KCU	Закалка 1050 °С, вода
	20	270	730	62	67	320	
	100	196	480	59	78	>370	
	200	176	412	45	76	>370	
	300	147	402	43	75	>370	
	400	147	402	41	75	>370	
	500	137	382	40	74	>370	
	600	118	323	35	74	>370	
	700	108	245	38	60	>370	
05Х14Н5ДМ	-80	–	–	–	–	141	Нормализация 950 °С, 10 ч; отпуск 610 °С, 20 ч
						130	
						118	
	+20	–	–	–	–	148	
						164	
						167	
	+350	–	–	–	–	182	
						195	
						152	
	-80	–	–	–	–	21	Нормализация 950 °С, 10 ч; отпуск 610 °С, 20 ч; старение 450 °С, 3000 ч
						27	
						20	
	+20	–	–	–	–	87	
						76	
						75	
	+350	–	–	–	–	103	
						117	
						94	
	+20	635	840	20	55	–	**Режим термообработки 1.** Нормализация 950 °С, 12 ч, воздух; 2-я нормализация 800 °С, 16 ч, воздух; отпуск при 610 °С, 35 ч

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
05Х14Н5ДМ	+20	618	841	21,5	53,6	–	**Режим термообработки 2.** Нормализация 950 °С, 12 ч; 2-я нормализация 800 °С, 16 ч, воздух; отпуск при 610 °С, 8 ч
	-50	616	946	23,6	53,6	–	Режим термообработки 1
	-50	618	948	23,3	60,7	–	Режим термообработки 2
	-100	650	998	23,7	52,9	–	Режим термообработки 1
	-100	640	1011	24,0	53,3	–	Режим термообработки 2
	-150	753	1162	22,2	49,3	–	Режим термообработки 1
	-150	736	1159	22,1	50,5	–	Режим термообработки 2
	-196	818	1425	23,5	31,3	–	Режим термообработки 1
	-196	815	1461	22,0	33,8	–	Режим термообработки 2
	20 360	990-995 828-858	1147-1152 1000-1049	11,0-12,4 16,0-12,0	43,0-52,7 49,0-51,4	165,6-179,3 115,6-117,6	Нормализация 1030–1050 °С; отпуск 600–620 °С. Поковка
	20 360	996-1019 804-823	1078-1049 921-907	12,4-14,0 10,0	43,7-48,6 43,7-47,4	110,7-116,6 96,0	Нормализация 1030–1050 °С; отпуск 570–580 °С. Лист — 200 мм
	20 350 400 450	723 645 611 591	884 755 737 715	22,0 15,0 14,0 14,3	68,8 62,3 58,9 62,3	169 180 175 168	Нормализация 950 °С, 10 ч; отпуск 610 °С, 20 ч; исходное состояние. Поковка
	20 350 400 400	798 696 665 608	955 768 752 690	22,5 13,8 14,2 15,7	58,7 44,9 37,0 48,4	81 106 98 93	Нормализация 950 °С, 10 ч; отпуск 610 °С, 20 ч; старение 450 °С, 3000 ч. Поковка

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
08Х17Т (0Х17Т, ЭИ 645)	20		460	30		20	Отжиг 760 °С; охлаждение на воздухе
	200		390	31		98	
	300		330	32		127	
	400		280	33		137	
	500		245	35		118	
	600	–	195	36	–	167	
	700		155	37		196	
	800		78	54		176	
	900		59	90		167	
	1100		59	110		147	
	1200		59	111		78	
12Х17 (Х17, ЭЖ 17)	20	314	510	28	70		Отжиг 780 °С; охлаждение на воздухе
	100	294	451	27			
	200	265	461	26	–	–	
	300	255	441	25			
	600	147	196	60			
14Х17Н2 (1Х17Н2, ЭИ 268)	20	647-715	833-882	18-22	60-66	118-157	Закалка 950—1030 °С, масло; отпуск 600—700 °С, воздух. Прутки
	500	480-520	549-656	17—18	63-70	167-176	
	20	676-696	872-892	16	52-55	88-98	Отжиг с переохлаждениями; закалка 960—980 °С, масло; отпуск 640—670 °С. Поковка диска диаметром 700 мм, толщиной 30—80 мм
	300	608-627	735-764	11-13	50-53	108-127	
	400	598-627	735-755	11-12	45	98-118	
	500	500-539	559-608	15	54-56	108-118	
	600	284-314	333-343	28-30	83	127	
10Х17Н13М2Т (Х17Н13М2Т, ЭИ 448)	800	167	235	26,6	44,1		–
	900	129	143	38,5	59,0		
	1000	73	81	34,5	64,0	–	
	1100	41	46	40,5	84,0		
	1200	22	27	77,3	99,3		
	1250	18	21	79,6	100,0		
10Х17Н13М3Т (Х17Н13М3Т, ЭИ 432)	20	200	550-900	–	–	–	Проволока после закалки с 1050—1080 °С; охлаждение в воде
	20	–	1100	–	–	–	Проволока нагартованная

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
015Х18М2Б-ВИ (ЭП 882-ВИ)	0	–	–	–	–	KCV 9-128	Отжиг 950 °С; выдержка 1 ч, охлаждение в воде
	10					43-294	
	20	273	461	42,6	81,2	300	
	50	256	434	39,1	79,4	300	
	100	244	417	37,5	80,6	300	
	150	217	391	35,1	80,6	–	
	200	220	396	34,8	80,6	–	
	250	207	388	33,3	80,2	–	
	300	205	366	33,1	79,8	–	
	350	198	379	32,0	79,8	–	
12Х18Н9 (Х18Н9)	600	221	520	48	44	196	Закалка 1130 °С в воде
	700	182	340		47	137	
	800	162	185	60	78	147	
	900	83	95	86	86	157	
	1000	34	55	90	87	157	
	1100	20	25	109	90	206	
12Х18Н9Т (Х18Н9Т)	20	225-314	549-647	46-74	66-80	216-372	Закалка 1050—1100 °С; охлаждение на воздухе
	500	137-206	392-441	30-42	60-70	196-353	
	550	137-206	382-451	31-41	61-68	216-353	
	600	118-206	343-412	28-38	51-74	196-353	
	650	118-196	274-392	27-37	52-73	245-353	
	700	118-196	265-363	20-38	40-70	255-353	
17Х18Н9 (2Х18Н9)	540	461	671	50			Закалка 1050—1100 °С; охлаждение на воздухе
	650	382	549	40	–	–	
	760	216	642	58			
08Х18Н10 (0Х18Н10)	20	210	570	60	70		Закалка 1050—1100 °С; охлаждение на воздухе
	400	110	410	46	69		
	480	98	380	45	69		
	600	82	330	39	58	–	
	650	76	290	37	44		
	700	74	235	35	36		
	750	73	185	31	28		
	800	69	150	30	28		
08Х18Н10Т (0Х18Н10Т, ЭИ 914)	20	275	610	41	63	245	Закалка 1050—1100 °С; охлаждение в воде
	300	200	450	31	65		
	400	175	440	31	65	313	
	500	175	440	29	65	363	
	600	175	390	25	61	353	
	700	160	270	26	59	333	
12Х18Н10Т	20	225-314	549-647	46-74	66-80	216-372	Закалка 1050—1100 °С; охлаждение на воздухе
	500	137-206	392-441	30-42	60-70	196-353	
	550	137-206	382-451	31-41	61-68	216-353	
	600	118-206	343-412	28-38	51-74	196-353	
	650	118-196	274-392	27-37	52-73	245-353	
	700	118-196	265-363	20-38	40-70	255-353	

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
12Х18Н12Т (Х18Н12Т)	20	225-314	549-647	46-74	66-80	216-372	Закалка 1050—1100 °С; охлаждение на воздухе
	500	137-206	392-441	30-42	60-70	294-353	
	550	137-206	382-451	31-41	61-68	216-353	
	600	137-206	343-412	28-38	51-74	196-353	
	650	137-196	274-392	27-37	52-73	245-353	
	700	137-196	265-363	20-38	40-70	255-353	
06ХН46Б (ЭП 350)	20	364	656	32	64	283	Аустенизация при 1050—1100 °С; воздух
	200	310	580	30	66	329	
	300	305	563	29	61	336	
	400	305	555	29	58	308	
	500	295	548	27	56	308	
	600	272	495	30	55	307	
	700	242	349	42	61	309	
	750	220	270	47	75	276	
ХН70БДТ (ЭК 59)	20	274	667	22,0	55,5	14,7	Закалка 1050 ± 10 °С; охлаждение на воздухе
	350	216	652	40,0	55,0	14,7	
06ХН28МДТ (0Х23Н28М3Д3Т, ЭИ 943)	20	264	608	55	78	343	Закалка 1050 °С в воде. Лист 12 мм
	200	264	539	45	75	343	
	400	176	539	50	60	343	
	600	147	490	45	60	343	
	800	176	245	40	45	108	Закалка 1050 °С в воде. Лист 16 мм
	900	147	176	30	40	118	
	1000	88	98	25	40	98	
08Х21Н6М2Т (0Х21Н6М2Т, ЭП 54)	-196	765	1569	31			Закалка 1050 °С в воде
	-100	608	1176	32			
	-50	539	1078	32			
	0	412	784	40			
	20	431	706	50			
	100	372	627	39	—	—	
	200	323	559	34			
	300	294	530	34			
	400	294	520	32			
	500	196	470	32			
08Х22Н6Т (0Х22Н5Т, ЭП 53)	-196	696	1422	30		147	Закалка 1050 °С; охлаждение в воде
	-100	500	961	30		196	
	0	420	735	37		235	
	20	402	666	40		245	
	100	343	539	38		245	
	200	294	500	33	—	294	
	300	294	490	30		294	
	400	294	490	30		294	
	500	245	441	30		294	
	600	176	294	35		294	

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
03Х24Н6АМ3 (ЗИ 130)	-40					289	Закалка 1070 °С в воде. Пруток диаметром 55 мм
	-20					233	
	0	–	–	–	–	270	
	220					246	
	800	116	139	55	55		
	900	83	92	68	66		
	950	42	54	97-141	83		
	1000	23	31	148	94	–	
	1050	22	28	92-120	93		
	1100	15	16	134	96		
	1150	9	10	117-197	96		
	1200	–	7	92-135	96		
03Х8СЮЦ (ЭП 889)	20	294	490	24	70		Без термообработки
	800	49	58	45	98	245	
	850	39	49	65	99	220	
	1000	24,5	24,5	100	100	137	
	1200	9,8	9,8	75	100	49	
40Х9С2 (4Х9С2, ЭСХ 8)	20	637	882	20	58		Отжиг 850—870 °С
	200	549	823	18	64		
	300	519	784	18	63		
	400	451	784	18	62	–	
	500	412	588	17	65		
	600	392	519	17	80		
	700	167	216	18	92		
	800	49	78	22	99		
40Х10С2М (4Х10С2М, ЭИ 107)	20	666	941	19	40	29	Закалка 1100 °С, масло; отпуск 800 °С, вода
	100	519	843	13	25	–	
	200	510	813	17	39	69	
	300	519	833	14	35	78	
	400	480	764	13	24	88	
	500	451	617	21	41	88	
12Х13Г12АС2Н2 (ДИ 50)	100	382	810	66	71		Аустенизация
	200	295	605	61	74		
	300	260	580	50	73	–	
	400	220	580	46	71		
	500	210	520	46	70		
	600	200	460	47	70		
10Х13Г12БС2Н2Д2 (ДИ 59)	100	372	588	63			Аустенизация
	200	333	510	52			
	300	314	480	44	–	–	
	400	294	451	38			
	500	284	431	36			
	650	118	294	20			

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
36Х18Н25С2 (4Х18Н25С2, ЭЯ 3С)	20	539	838	17,2	18.3	29	Закалка 1200 °С, вода; отпуск 800 °С, 8 ч
	200	444	686	10,0	17,5	–	
	400	416	710	14,5	26,0	56	
	500	402	686	15,5	28,0	67	
	600	395	568	13,3	24,5	56	
	700	338	426	18,5	29,5	73	
	800	245	260	8,5	6,5		
01Х19Ю3БЧ-ВИ (02Х18Ю3Б-ВИ, ЭП 904-ВИ)	-20	–	–	–	–	261-288	Отжиг 900 °С, 60 мин; охлаждение в поде
	0	–	–	–	–	239-300	
	20	385	490	34,0	82,5	254-304	
	100	380	475	34,5	83,0		
	200	370	458	34,7	83,4		
	400	360	450	31,5	81,5		
	600	310	340	36,0	85,4	–	
	800	115	120	75,5	96,0		
	1000	32	33	134	100		
	1100	21	22	140	100		
	1200	13	15	137	100		
20Х20Н14С2 (Х20Н14С2, ЭИ 211)	20	392-343	627	53	73		Закалка 1000—1150 °С, вода
	100	108	304	36	34		
	750	108	265	35	34		
	800	98	225	42	41	–	
	850	69	157	58	47		
	900	39	108	74	58		
	950	29	88	75	55		
05ХН46МВБЧ (ДИ 65)	20	382	892	37,2	40,0	94	Аустенизация 1080 °С, 20 минут; охлаждение на воздухе + стабилизация 800 °С, 10 ч; охлаждение на воздухе
	100	368	845	38,1	42,4	95	
	200	351	785	38,9	45,8	99	
	300	333	724	39,6	49,2	103	
	400	316	663	40,4	52,6	107	
	500	296	602	41,2	55,9	111	
	600	281	541	41,9	59,3	115	
	700	263	480	42,7	62,7	119	
	750	255	449	43,1	64,4	121	
	800	246	419	43,4	66,1	123	
ХН59ВГ-ИД (ЭК 82-ИД)	20	323	746	71,1	76,3	375	Закалка 1250 °С; выдержка 40 минут; охлаждение в воде. Заготовка трубная
	900	241	320	46,5	64,2		
	950	224	246	47,2	68,3	–	
	1000	166	181	39,0	58,8		
20Х23Н13 (Х23Н13, ЭИ 319)	20	356	654	38,6	59,9	206	Закалка 1050 °С, вода
	550	303	580	27,6	59,6	>294	
	600	284	523	29,3	63,6	>294	
	650	258	466	30,6	62,2	>294	
	700	216	379	34,9	56,7	>294	

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
20Х23Н18 (Х23Н18, ЭИ 417)	20	294-323	598-657	29-35	47-54	137-186	Закалка 1180 °С, вода; старение 800 °С, 4 ч. Прутки
	500	206	519-539	25-31	41-45	167	
	600	196	441	23	45	176	
	700	186	314	19-24	34	167	
	800	157	186-206	19-27	34	176	
	20	–	676	49	50	–	Закалка 1050 °С, воздух. Лист
	500		500	42	37		
	600		441	41	39		
	700		304	58	59		
	800		206	56	60		
	900		98	75	61		
03Х23Н28Ю4Т (ЭК 86)	900	166	193	46,1	48	–	–
	950	145	147	58,2	60,5		
	1000	107	109	66,2	71,6		
	1050	76	81	76,3	68,5		
	1100	56	62	74,2	92,0		
	1150	42	47	67,5	96,5		
	1200	37	38	77,8	96,5		
15Х25Т (Х25Т, ЭИ 439)	700	–	77	48	93	–	Отжиг 760—780 °С; охлаждение в воде
	800		26	104	99		
	900		19	153	99		
	1000		11	148	100		
	1100		8,0	139	99		
20Х25Н20С2 (Х25Н20С2, ЭИ 283)	500	255	520	30	47	–	Закалка 1100—1150 °С, воздух
	600	210	490	35	50		
	700	165	320	40	55		
	800	110	195	50	63		
03Х25Н25Ю5ТЛ	20	823	1000	8,3	8,5	–	–
	700	441	510	16	21	69	
	800	264	274	24	35	69	
	900	147	167	56	75	88	
	1000	64	78	67	80	113	
	1100	29	34	94	88	191	
	1200	10	20	120	95	132	
	1250	9	19	130	100	118	
15Х11МФ (1Х11МФ)	20	539-657	725	17-20	66,0	147-167	Нормализация 1080—1100 °С; отпуск 720—740 °С, 2 ч
	450	422-441	546	19	63,0	196-235	
	500	402-422	500-510	21-22	68-70	200	
	550	431-441	530	16,0	65-67	196	
	600	402	441	20	78-79	200-215	
	20	676-784	833-902	15-17	55-66	49-78	Нормализация 1080—1100 °С; отпуск 670—680 °С, 5 ч
	500	520-530	578	18	69	147-176	
	550	520-549	578-608	14-15	64-65	127-137	
	600	500	530	17-18	75,0	137-176	

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
12Х11В2МФ (типа ЭИ 756)	20	721	871	17,7	54,7	155	Отжиг 850—900 °С; закалка 1050 °С, масло; отпуск 680 °С, 3 ч. Образцы продольные (сортовой прокат)
	600	416	437	21,0	85,3	155	
	650	358	379	22,6	85,4	151	
	20	500-549	686-735	17-28	48-63	55-103	Отпуск 690—710 °С, нормализация с 1020—1050 °С; отпуск 720—730 °С, 3 ч. Образцы тангенциальные (трубная заготовка диаметром 250 мм)
	400	412-431	549-568	16-18	54-56	137-157	
	500	382-402	490-510	20-22	55-68	118-157	
	565	265-372	294-431	22-26	55-85	98-115	
	600	216-314	235-353	26-30	71-89	98-157	
	650	176-245	196-264	29-35	81-90	127-196	
	700	157-167	167-186	34-40	82-90		
18Х11МНФБ (2Х11МФБН, ЭИ 291)	20	559	745	16-29	61-66	–	Нормализация 1100—1140 °С; отпуск 750 °С, 10 ч
	400	520	608	18	74		
	500	461	490	20	81		
	550	422	431	17	85		
	600	353	372	19	87		
15Х12ВНМФ (ЭИ 802, ЭИ 952)	20	696-735	834-873	15-18	55-58,5	93-118	Закалка 1050 °С; масло; отпуск 700 °С, воздух. Образцы продольные (сортовой прокат диаметром 40—120 мм)
	300	603-618	725-735	14-15	59-63	127-147	
	400	569-588	672-677	13-14	55-62	137-147	
	500	520-569	546-574	14,5-15	59-78	118-147	
	550	451-470	500-520	18-19	78-79	127-137	
	565	431-451	451-470	17-19	68-79	137-147	
	580	412-441	436-446	21-22	79-86	127-147	
	600	353-372	372-397	20-23	79-88	132-147	
	650	274-314	294-343	26	86,5	152	
18Х12ВМБФР-Ш (ЭИ 993-Ш)	20	657-804	882-980	14-18	46-60	59-108	Закалка 1050—1100 °С, масло; отпуск 650—720 °С, воздух
	300	627-667	774-961	11-17	48-60	88-137	
	400	588-725	706-863	12-16	50-62	108-157	
	450	559-706	657-833	12-17	51-64	108-168	
	500	530-686	618-804	13-17	53-65	127-157	
	550	490-647	559-735	13-22	55-71	127-168	
	600	402-608	430-686	14-25	60-79	127-176	
	650	392-569	440-625	16-21	65-78	157-196	
	700	343-500	353-540	18-23	70-83	176-215	
37Х12Н8Г8МФБ (ЭИ 481)	20	588-784	922-1060	16-24	24-43	31-51	Образцы продольные (сортовой прокат)
	550	470	647-696	12-16	36-40	73	
	600	450-559	588-686	10-16	36-44	49-78	
	650	421-530	549-628	11-19	34-45	49-78	
	700	372-520	490-578	10-18	23-39	68	
	20	569-755	833-1030	12-24	9,5-35	24-46	Образцы тангенциальные (диски)
	650	421-575	470-618	10-16	25-44	–	

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
1Х14Н14В2М (ЭИ 257)	20	254-284	549-618	44-68	60-68	127-235	Закалка 1150—1175 °С, вода; старение 750 °С, 5 ч. Образцы продольные (труба диаметром 68—102 мм)
	500	181	524	41,1	55,7	260	
	580	147-166	420-500	36-44	57-60	137-205	
	650	117-147	274-460	33-40	48-49	245-274	
	700	117-137	274-480	32-35	32-60	156-225	
09Х14Н19В2БР (ЭИ 695 Р)	-100					235	Закалка 1100—1150 °С, вода или воздух
	-80					245	
	-60	—	—	—	—	274	
	-40					284	
	-20					294	
	0					245	
	20	196-284	470-627	42-51	61-73	137-323	
	500	127-147	392-441	28-32	57-58	343-372	
	600	127-176	392-441	27-34	47-63	186-362	
	650	108-166	343-430	24-33	49-62	186-353	
	700	108-147	304-430	25-48	46-69	117-323	
	750	108-117	245	43	74	134	
	800	137	176	52	75	304	
09Х14Н19В2БР1 (ЭИ 726)	-100					137-156	Аустенизация 1140—1160 °С, воздух; старение 750 °С, 25 ч. Образцы продольные (сортовой прокат)
	-80					137-176	
	-60	—	—	—	—	157-186	
	-40					137-166	
	-20					147-186	
	0					176-196	
	20	196-284	530-618	28-41	31-63	98-196	
	600	157-206	392-470	26-32	48-53	137-215	
	650	157-196	353-431	26-31	52-57	176-196	
	700	147-186	324-392	27-35	52-58	147-190	
	800	137	240	35	59	—	
	20	225-264	520-568	36-42	48-64	147-196	Аустенизация 1130—1160 °С, вода; старение при 740—760 °С, 20—25 ч; охлаждение с печью до 200 °С. Образцы тангенциальные (поковка дисков)
	600	156-176	382-420	26-33	54-58	166-254	
	650	156-160	333-372	29-34	53-63	157-186	
	700	156-166	284-372	32-34	56-71	152	
08Х15Н24В4ТР (ЭП 164)	20	490-588	735-882	20-30	30	117-176	Закалка 1130—1150 °С, воздух; отпуск при 730—750 °С, 16 ч, воздух
	650	441-539	637-686	18-25	30-40	98-147	
	700	392-441	588-637	18-25	30-40	18-147	
	750	343-392	490-539	20-30	40-50	98-166	

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
45Х14Н14В2М (ЭИ 69)	20	372	774	37,0	48,0	96	Закалка 1175 °С, вода; старение 150 °С
	500	–	–	–	–	73	
	550	245	568	22,0	31,0	–	
	600	250	490	15,5	16,0	65	
	650	235	436	12,5	24,5	74	
	700	215	338	10,5	22,0	77	
	750	196	274	8,8	17,5	81	
08Х16Н9М2 (Х16Н9М2)	20	225	627	70	77		Закалка 1100 °С, 2 ч, воздух. Прутки
	200	166	430	50	74		
	300	147	420	45	68	–	
	400	127	420	44	67		
	600	127	382	43	69		
	800	98	176	49	73		
	20	245-294	530-580	65-80	65-80	324-362	Закалка 1100 °С, 2 ч, воздух. Поковки
	650	98-147	294-324	37-47	65-77	215-304	
08Х16Н13М2Б (ЭИ 405, ЭИ 680)	20	225-284	607-676	45-64	68-70	205-225	Аустенизация 1100–1130 °С. Образцы продольные (сортовой прокат)
	500	171	480	30	50,5		
	600	166	460	29	55	–	
	650	112	430	27	57		
	20	196-284	550-640	30-48	35-54	98-118	Аустенизация 1100–1130 °С; старение 750 °С, 10–12 ч. Образцы тангенциальные (поковка)
	500	156-176	460-502	31-35	33-46	98-196	
	550	147-166	440-490	31-33	31-46	78-157	
	600	147-166	420-470	29-34	34-46	88-166	
	650	147-166	400-440	28,5	34-46	88-156	
10Х16Н14В2БР (1Х16Н14В2БР, ЭП 17)	-80					157-180	Аустенизация 1100–1150 °С
	-40	–	–	–	–	166-186	
	-20					176-200	
	0					176-196	
	20	225-323	529-627	45-67	61-77	176-254	
	600	142-205	372-400	30-35	60-64	245-284	
	650	137-176	360-430	26-37	52-68	225-304	
	700	137-176	330-380	27-38	30-70	186-333	
	750	127-176	265-325	21-37	30-69	186-294	
	800	127-176	215-314	19-40	24-76	186-303	
	900	127	176	50	90		
	1000	78	108	64	94	–	
	1050	49	78	60	98		
3Х16Н22В6Б (ЦЖ 13)	20	441-470	764-794	28-32	33-39	59-88	Закалка 1150–1170 °С, вода; отпуск 800 °С, 10 ч, воздух
	750	255-265	353-421	–	–	–	

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
31Х19Н9МВБТ (ЭИ 572)	20	225-392	735-813	31-44	40-49	93	Закалка 1150—1180 °С, вода; старение 800 °С, 15 ч; охлаждение на воздухе. Образцы продольные
	560	206-256	490-588	26-30	40-47	103	
	600	245	480	20	46	108	
	650	235	436	24	55	108	
	20	343-568	598-843	9-34	10-42	20-83	Закалка 1150—1180 °С, вода; старение 750 °С, 12—15 ч; охлаждение с печью. Образцы тангенциальные
	600	235-333	490-510	15-21	16-39	39-108	
	650	245-323	412-470	12-23	16-41	39-167	
	700	235-255	343-421	17-29	25-53	39-127	
ХН35ВТ (ЭИ 612)	20	431-617	784-853	18-30	30-55	78-176	Закалка 1090 °С, вода; старение 850 °С, 10 ч; старение 700 °С, 25—40 ч; охлаждение с печью. Образцы продольные (сортовой прокат)
	500	412-470	666-745	15-23	23-53	88-167	
	550	412-500	666-774	17-23	37-53	127-157	
	600	392-500	627-715	15-25	30-48	64-137	
	650	362-529	500-686	10-23	15-36	98-176	
	700	362-441	451-490	9-31	11-48	98-157	
	-100					137-167	Закалка 1090 °С, вода; старение 850 °С, 10 ч; старение при 700 °С, 25—40 ч; охлаждение с печью. Образцы тангенциальные (диск)
	-60					127-157	
	-40	–	–	–	–	127-137	
	-20					118-176	
	0					118-147	
	20	392-637	706-980	13-31	14-50	39-167	
	600	372-529	529-784	10-21	15-42	44-118	
	650	353-519	490-715	7,5-19	14-37	39-127	
	700	353-480	490-588	6-10	9-19	49-118	
ХН 35ВТК (ЭИ 612К)	20	490-568	931-970	21-23	43-55	69-167	Закалка 1080—1100 °С; старение 700 °С, 50 ч. Образцы продольные (сортовой прокат)
	650	470	666	14	23	83	
	700	441	627	10	20	118	
	-40					78-118	Закалка 1080— 1100 °С, вода; старение 850 °С, 10ч и 700 °С, 25—50 ч. Образцы тангенциальные (поковки)
	-20	–	–	–	–	88-108	
	0					88-113	
	20	431-617	764-941	13-28	14-37	49-108	
	500	382-490	676-833	14-32	22-33	44-78	
	600	382-490	617-804	11-21	19-37	39-78	
	650	382-490	588-735	9-21	11-29	44-93	
	700	382-470	500-686	7-21	12-34	49-98	
ХН35ВТЮ (ЭИ 787)	20	686-902	882-1313	7-22	10-25	24-83	Закалка 1180—1200 °С; 2,5—8 ч, воздух; закалка с 1050 °С, 4 ч, воздух; старение 750—800 °С, 16 ч, воздух
	400	686-813	882-1156	11-12	12-16		
	500	686-833	882-1127	5-16	6-24	–	
	600	676-813	882-1078	12-14	12-18		
	700	686-813	725-951	5-15	8-23	54-59	
	750	568-784	588-872	4-11	6-19	29-39	
	800	588-686	666-735	13-15	22-28	49-59	
	850	323-343	353-372	19-21	46-48	–	
	900	196-235	206-245	20-23	50-60	–	

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
ХН35ВТР (ЭИ 725)	20	441-539	784-921	22-27	22-50	98-157	Аустенизация 1120—1150 °С; воздух и старение 750 °С, 24 ч
	650	372-490	637-686	15-20	30-40	79-137	
	700	372-490	588-676	9-29	10-52	79-118	
	750	343-392	490-549	18-24	35-50	118-167	
ХН78Т (ЭИ 435)	20	275	780	40			Закалка 980—1200°С; воздух. Лист
	400	250	680	40			
	500	250	620	40			
	600	210	600	40			
	700	190	400	35			
	800	100	180	70	—	—	
	900		110	90			
	1000	—	65	100			
	1100		45	112			
	1200		24	130			
	20	295-390	740-880	45-60	52-60		Закалка 1150—1200 °С; воздух. Пруток диаметром 180 мм
	800	196-255	370-410	40-55	60-65		
	900	186-216	210-250	55-58	60-70		
	1000	78-118	130-160	55-68	60-70		
ХН60ВТ (ЭИ 868)	20	320	800	60			Закалка 1200 °С, 10 мин; воздух. Лист
	700	230	530	47			
	800	210	400	40	—	—	
	900	120	230	50			
	1000	65	140	52			
	20	295-390	740-880	45-60	52-60		Закалка 1200 °С; воздух. Пруток диаметром 180 мм
	800	195-255	370-410	40-55	60-65		
	900	186-216	210-250	55-58	60-70	—	
	1000	78-118	130-160	55-60	60-70		
	1100	—	70-90	102-170	80-85		
	1200	—	40-60	145-150	75-80		
ХН67ВМТЮ (ЭП 202, ЭИ 445Р)	20	548-685	980-1080	16-30	18-52	49-117	Закалка 1150—1200 °С, 5 ч, воздух; отпуск 850 °С, 10—15 ч, воздух. Пруток диаметром 32—55 мм
	700	548-686	835-980	15-30	15-32	59-137	
	750	539-640	735-835	8-25	10-30	59-137	
	800	490-610	685-785	8-25	10-30	59-137	
	850	460-570	540-608	12-30	15-40	59-147	
	900	370-440	410-540	16-30	18-45	59-147	
ХН77ТЮР (ЭИ 437Б)	20	647	902-1020	11-24	10-24	29-49	Закалка 1080 °С, 8 ч, воздух; старение 750 °С, 16 ч, воздух. Пруток диаметром 32—55 мм
	500	568	882	22-29	19-27	49-69	
	550	587	882	31-32	32-34	49-59	
	600	539	862	30-33	30-32	49-59	
	650	519	823	25-26	23-28	49-59	
	700	519	823	25-29	27-32	49	
	750	519	804	24-29	23-27	59	
	800	460	519	15-16	25-30	88	

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
ХН80ТБЮ (ЭИ 607)	20	637	1030	24-30	28-35	98	Закалка 1000 °С, 5 ч, вода; отпуск 1000 °С, 2 ч + 900 °С, 1 ч + + 800 °С, 2 ч, воздух + + 750 °С, 20 ч, воздух + + 650 °С, 48 ч, воздух. Пруток диаметром 32–55 мм
	500	598	980	26	26		
	600	588	813	11	–	–	
	630	588	774	7	–		
	650	539	715	7-12	10-15	98	
	700	490	666	7	6	118	
ХН80ТБЮЛ (ЭИ 607А)	20	480	920	34	45	108	Закалка 1100 °С, 5 ч, вода; старение 1000 °С, 2 ч +900 °С, 1 ч + + 800 °С, 2 ч, воздух + + 750 °С, 20 ч, воздух + + 700 °С, 48 ч, воздух. Пруток диаметром 32–55 мм
	550	450	823	34	49		
	600	440	774	23	29	–	
	650	420	539	9	16		
	700	392	539	20	25	118	
	20	617-637	980-1009	25-34	33-36	118-137	Закалка 1100 °С, 5 ч, вода; старение 1000 °С, 2 ч + 900 °С, 1 ч + + 800 °С, 2 ч, воздух + + 750 °С, 20 ч, воздух + + 650 °С, 48 ч, воздух. Диск диаметром 500 мм, тангенциальные образцы
	600	460-549	686-803	11-24	19-28	127-147	
	700	430-480	588-617	10-21	25-31	137-147	
	800	323	402	16,5	30	–	
ХН65ВМТЮ (ЭИ 893)	20	588-735	882-1098	20-44	25-40	78-127	Закалка 1020 °С, 1,5 ч + 1160 °С, 2 ч, воздух; старение 900 °С, 8 ч, воздух + 820 °С, 15 ч, воздух. Пруток диаметром 32–55 мм
	600	490-637	784-980	25-39	35-45	98-147	
	700	470-637	686-882	15-30	20-34	78-157	
	750	470-588	686-843	15-25	16-30	78-157	
	800	441-588	588-823	16-30	17-40	78-157	
	20	519-617	921-1058	28-40	28-40		Закалка 1170 °С, 2 ч, воздух; старение 1000 °С, 4 ч + 900 °С, 8 ч + + 850 °С, 15 ч, воздух. Штампонка
	750	402	676	20	27		
	800	353	568	20	26	–	
	900	235	274	33	67		
	950	157	166	48	74		
ХН70ВМЮТ (ЭИ 765)	20	627-735	1009-1127	28-32	30-34	78-88	Закалка 1150 °С, масло; отпуск 800 °С, 20 ч, воздух. Пруток диаметром 32–55 мм
	700	568-627	872-921	22-24	27-36	88	
	750	568-607	696-843	21-23	35-41	78	
	800	490-568	559	19-21	46-52	98	
	850	382-392	402-440	21-23	55-57	108	
	900	274	294	31	70	–	
	1000	69	78	58	80	–	
	20	676	1098	31	29	67	Закалка 1150 °С, масло; отпуск 800 °С, 20 ч, воздух. Лопатка; замок / перо
		725	1078	26	24	59	
	700	588	882	21	21	78	
		696	823	13	13	78	

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
ХН70ВМТЮ (ЭИ 617)	20	685-765	1050-1180	14-19	13-21	14,7-29,4	Закалка 1190 °С, 2 ч, воздух + 1050 °С, 4 ч, воздух; отпуск 800 °С, 16 ч, воздух. Пруток диаметром 32–55 мм
	600	670	970	16,0	19,0	–	
	700	637	882	10,0	12,0	–	
	800	568-668	705-735	4,5-8,0	9,0-12,0	98	
	850	460	578	10,0	14,0	–	
	900	372	480	14,0	19,0	127	
ХН73МБТЮ (ЭИ 698)	20	862	1186	31	24	70	Закалка 1120 °С, 8 ч, воздух; отпуск 1000 °С, 4 ч, воздух + 775 °С, 16 ч, воздух; НВ 300. Сорт диаметром 90 мм
	550	686	1009	31	26	101	
	600	676	1019	28	27	99	
	650	657	1009	28	27	–	
	700	666	980	24	22	74	
	20	745	1156	23	24		Закалка 1120 °С, 8 ч, воздух; отпуск 1000 °С, 4 ч, воздух + 750 °С, 16 ч, воздух + 650 °С, 16 ч, воздух, НВ 311–321. Штамповка (диск диаметром 850 мм, радиальные образцы)
	450	695	1118	21	28		
	550	637	1009	19	28		
	600	637	1030	22	29	–	
	650	637	1030	24	29		
	700	637	1000	25	29		
	750	617	843	21	23		
ХН75ВМЮ (ЭИ 827)	20	539-676	931-1078	13-25	15-25	19,6-58	Закалка 1175 °С, 6 ч, воздух; старение 1000 °С, 4 ч, воздух + 900 °С, 8 ч, воздух + 850 °С, 15 ч, воздух. Прокат диаметром 32–55 мм
	500	597	960	16	22	74,5	
	600	578-608	853-950	14-17	18-22	49-68	
	700	359-617	882-931	9-16	14-16	49-78	
	800	490-588	735-784	10-19	14-20	49-78	
	900	392-402	510	20-30	30-48	78	
ХН65КВЮТБ (ЦЖ 24)	20	735	1176	30			Закалка 1150 °С, 3 ч, масло; отпуск 800 °С, 20 ч, воздух. Пруток диаметром 38–105 мм
	570	715	1029	28	–	–	
	750	617	784	26			
	800	588	765	28			
ХН65КМВЮБ-ВД (ЭП 800-ВД)	20	740-745	1225-1235	25-26	23-26	39-67	Закалка 1160 °С, 5 ч, воздух + + 1050 °С, 2 ч, воздух; старение 1000 °С, 2 ч, воздух + 900 °С, 2 ч, воздух + 850 °С, 12 ч, воздух. Квадрат 75 мм
	500	715-920	1127-1160	22-23	24-26	86-88	
	600	745-755	1127-1180	17-18	19-20	72-90	
	700	715-775	1000-1020	7,5-8,5	8,5-9,0	72-83	
	800	696-725	828-835	2-4	4,5-5,5	56-62	
	850	440-588	510-686	4-10	4-15	57-59	
	20	765-795	1245-1255	21-22	24-30	30-34	Термообработка та же. Диаметр 115 мм
	500	745-755	1156-1160	21-23	30-31	56-68	
	700	666-675	1030-1080	11-12	9-16	68-78	
	800	666-695	823-860	14-17	24-30	57-66	
ХН60КВЮМБ-ВД (ЭП 957-ВД)	20	975-999	1275-1370	18-22	27-32	39-49	Закалка 1180 °С, 3 ч, охлаждение с печью до 1030 °С, воздух; отпуск 850 °С, 15 ч, воздух. Пруток диаметром 105 мм
	500	920-940	1225-1235	22-23	21-23	–	
	600	877-940	1225-1235	19-20	26-27	49	
	700	843-853	1115-1130	21-22	26-27	–	
	800	834-920	930-980	6,7-14,0	15-25	41-56	

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм^2	$\sigma_в$, Н/мм^2	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см^2	Примечание
ХН55ВМТКЮ-ВД (ЭИ 929-ВД)	20		980-1176	6-12	9-15		Закалка 1220 °С, 2 ч, воздух + 1050 °С, 4 ч, воздух; отпуск 850 °С, 8 ч, воздух. Сорт диаметром 32–55 мм
	700		882-980	8-18	10-20		
	800		784-882	9-17	12-25		
	850	–	686-784	10-18	14-27	–	
	900		539-686	12-20	15-28		
	950		343-440	17-25	18-20		
	1000		245-314	18-20	20-32		
ХН65КВМЮТБ-ВД (ЭК 78-ВД)	20	793-813	1185-1275	29-32	33-42	95-102	Закалка 1170 °С, 3 ч; охлаждение с печью до 1000 °С, воздух; старение 1000 °С, 2 ч, воздух + 800 °С, 20 ч, воздух. Пруток диаметром 105—115 мм
	500	725-813	1078-1140	29-32	33-42	–	
	600	686-705	1010-1080	25-31	30-36	109-118	
	700	695-725	1020-1060	14-20	16-24	127-142	
	750	650-666	920-950	9-18	16-22	98-122	
	800	650-666	755-813	9-14	12-24	98-132	
5ХГМ	20	1450	1600	7	25	37	Закалка 850 °С; отпуск 450 °С, 2 ч
	400	1080	1300	11	40	44	
	500	870	1000	15	54	37	
	600	400	710	24	80	42	
	20	–	1250	10	32	43	Закалка 850 °С, масло; отпуск 500—550 °С. Заготовка диаметром 20 мм
	100	976	1180		37	46	
	300	996	1152		48	65	
	400	866	1015	–	62	49	
	500	690	784		81	32	
	600	410	345		85	38	
5ХНМ	20	1410	1520	9	41	32	В числителе — значения свойств образцов сечением 15 мм, испытанных после закалки в масле. В знаменателе — то же, но для центральных зон заготовки сечением 500 мм
		800	1040	10	42	40	
	300	1150	1290	14	60	70	
		790	1000	10	36	120	
	400	1000	1250	14	48	65	
	500	750	960	18	54	45	
	600	360	520	32	92	160	
		490	560	21	49	200	
4ХМФС (40ХСМФ)	300	1250	1390	11	44	44	Закалка 920 °С, масло, отпуск при 560 °С, 2 ч
	400	1180	–	12	49	49	
	500	1180	1270	13	55	–	
	600	950	1070	14	63	53	
	20	1280	1450	7	20	20	Закалка 950 °С, масло; отпуск при 550 °С. Штамп 500. Пруток сечением 15 мм
	300	1190	1340	8	27	54	
	600	760	900	10	45	59	

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
4ХМФС (40ХСМФ)	20	1350 1310	1510 1480	13 7	51 20	55 25	В числителе — значения свойств образцов сечением 15 мм, испытанных после закалки 920–950 °С в масле. В знаменателе — то же, но для центральных зон заготовки сечением 500 мм
	300	1190 1210	1350 1370	12 8	50 27	65 55	
	600	790 780	890 920	19 10	73 45	85 60	
	20	1480	1600	12	45	45	Закалка 920, масло; отпуск при 560 °С, 2 ч. Пруток сечением 15 мм
	300	1260	1500	12	44	45	
	400	1200	1440	13	47	50	
	500	1200	1300	13	55	45	
	600	970	1080	14	62	54	
3Х2МНФ	20	1300 1320	1450 1470	11 10	45 40	55 30	В числителе — значения свойств образцов сечением 15 мм, испытанных после закалки 910–930 °С в масле. В знаменателе — то же, но для центральных зон заготовки сечением 500 мм
	300	1100 1120	1300 1320	12 12	46 45	80 50	
	600	860 850	1100 1100	13 14	52 60	55 60	
5Х2МНФ	20	1380 1290	1480 1450	12 12	43 35	60 40	В числителе — значения свойств образцов сечением 15 мм, испытанных после закалки 960–980 °С в масле. В знаменателе — то же, но для центральных зон заготовки сечением 500 мм
	300	1110 1140	1270 1320	13 14	55 48	65 65	
	600	700 710	820 880	21 17	77 68	65 80	
4Х5МФ1С (ЭП 572)	20	1500	1700	10	40	40	Закалка 1020–1040 °С, масло; отпуск 580 °С, 2 ч. Образцы сечением 10×10 мм
	200	1370	1650	12	46	55	
	300	1340	1520	12	45	52	
	400	1340	1450	13	46	50	
	500	1180	1350	13	47	43	
6Х6В3МФС (55Х6В3СМФ, ЭП 569)	20	$\sigma_н$ 3920-4459	–	–	–	–	Закалка 1060–1075 °С, масло; отпуск 530–540 °С, воздух + 350–370 °С, воздух. Сортовой прокат диаметром 250 мм
	250	3920-4459					
	350	3920-4459					
	450	3724-3920					
9Х1 (9Х)	20	764	764	14,0	45,0	58	Закалка с отпуском при 550—650 °С
	600	182	208	49,9	91,9	–	
9Х2	20	490	823	14,0	25,0	17,6	Закалка с отпуском при 550—650 °С
	500	317	436	34,4	76,3	–	
	600	259	266	43,6	87,8	–	

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
9Х1Ф (90ХФ)	20	490	862	23,0	39,0	29,4	Нормализация с отпуском при 500—520 °С. 260 НВ
	580	325	378	31,3	81,0	—	
	600	247	313	32,1	72,7	—	
50ХН	20	755	941	11,0	45,0	53	Закалка с отпуском при 550—650 °С. 263 НВ
	150	662	864	18,5			
	290	653	894		—	—	
	425	509	653	25,0			
	535	202	432	32,5			
60ХН	20	911	980	14,0	42,0	52	Закалка с отпуском при 550—650 °С. 293 НВ
	500	374	438	33,0	88,0		
	550	288	341	31,0	83,0	—	
	600	212	260	23,5	53,0		
75ХМ	20	412	794	22	47	43,1	Нормализация с отпуском при 460—520 °С. 208 НВ
	400	189	520	23,5	62,3		
	500	181	454	26,3	74,0		
	550	152	397	27,1	78,4		
	600	136	312	32,8	86,5	—	
	650	95	221	38,0	—		
	700	79	186	40,1	93,8		
	800	45	109	63,0	96,7		
20ХМЛ	20	304-392	470-548	12-28	27-66	68-166	Нормализация 890—910 °С, отпуск при 640—660 °С
	400	343	431	17-21	59-62	78	
	450	314	412	22,0	62-69	93	
	500	294	377	22,0	69-75	73	
	550	254	333	24,5	77,0	68	
	600	226-235	289	27,5	81,5	64	
	650	201	235	30,0	86,0	68	
06Х12Н3ДЛ	20	585	760	21,8	64,0	100	Нормализация + отпуск + технологические отпуска. Отливка до 650 мм
	100	556	711	20,5	67,0	154	
	200	563	665	18,4	67,4	150	
	300	547	646	16,7	63,0	163	
	350	512	622	14,5	55,0	165	
	400	517	575	15,3	65,0	173	
10Х18Н9ТЛ	20	196-235	500-656	24-25	30-35	78-107	Аустенизация при 1100 °С, 4 ч, воздух; стабилизация при 800 °С, 10—20 ч, охлаждение с печью
	350	196	333-372	11-13	25-29	64-98	
	400	196	352-372	12-17	24-41	68-107	
	450	166	352	23	42-46	78-98	
	500	186	343	17	35-42	68-88	
	550	166	304	23	51	98	
	600	156	274	24	47	88	
	650	176	274	17-21	33-39	78-107	
	700	176	225-254	15-17	26-38	88	

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
40Х24Н12СЛ (ЭИ 316Л)	20	294	588	45	60		Закалка 1050 °С, вода
	540		470	41	62		
	650	–	402	41	53	–	
	760		264	46	51		
	815		205	40	52		
14ХМТЛ	20	245	441	20	40	78	Нормализация 900—920 °С, отпуск 630—650 °С
	550	215	343	20	65	68	
	600	147	225	20	65	59	
15Х1М1ФЛ	-80					3,9	Отжиг 1050 °С, нормализация 980—1000 °С, отпуск 710—740 °С
	-60					4,9-12	
	-40	–	–	–	–	3,9-8,8	
	-20					4,9-80	
	0					9,8-85	
	20	343	539-588	17-26	69,0	36-176	
	100	314	505	17,6	63,0	42-186	
	200	274	461	20,0	67,5	137-245	
	300	309	514	16,0	60,5	118-245	
	500	255	348	24,5	78,0	98-127	
	600	220	235	25,0	92,0	78-98	
20ХМФЛ	20	314-529	490-764	9-24	13-55	20-108	Двойная нормализация 940—950 °С и 920 °С, отпуск 690—710 °С
	400	265-421	470-559	10-20	43-55	59-147	
	450	255-382	392-549	11-20	50-57	78-108	
	475	245-392	451-559	12-19	46-52	88	
	500	255-372	431-510	13-16	46-62	49-98	
	550	216-382	382-461	12-21	60-81	69-79	
	600	216-314	274-402	18-22	61-73	49-88	
	750	186	216	27	84	59	
20Х5МЛ	20	554	707	10,4	34,9		Отжиг 950 °С, печь; закалка 920 °С в масле; отпуск 660 °С, воздух
	200	529	657	9,9	40,4		
	400	491	588	6,6	31,8	–	
	500	359	465	10,7	44,8		
	600	155	291	20,7	75,5		
15Х6СМТЛ (Х6СМТЛ)	20	343	539	15	30		Отжиг 850—870 °С
	500	196	294	25	60	–	
	650	118	176	20	70		
15Х11МФБЛ (1Х11МФБЛ, Х11ЛА)	20	461-519	617-706	13-25	17-64	16,7-108	Отжиг 880—900 °С; нормализация 1130—1150 °С, нормализация 1040—1060 °С; отпуск 750—770 °С
	200	421-451	578-588	18-22	49-61	49-106	
	300	441-480	559-578	14	43,5	54-137	
	400	372-412	510-549	13-18	51-61	78-137	
	550	304-372	382-441	5-27	17-70	98-147	
	575	294-314	333-431	22-28	64-80	–	
	600	284-323	314-392	20-27	56-84	88-157	
	650	225-294	245-323	20-29	65-84	–	
	700	157-167	176-196	26-27	89	108-147	

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ, %	KCU, Дж/см²	Примечание
20Х12ВНМФЛ (15Х12ВНМФЛ, Х11ЛБ, ЭИ 802Л)	20	519-559	657-696	14-19	36-57	79-98	Нормализация 1050—1100 °С; отпуск 700 °С
	500	372-402	441-480	11-17	52-64	98-137	
	550	363	392	16	74-77	—	
	600	245-294	304-314	22-24	83-88	108-157	
	20	666	804	26	47,0	69	Нормализация 1100—1050 °С; отпуск 686 °С
	565	412	431	24,0	79,0	108	
	600	372	392	25,0	81,0	127	
	650	284	304	29,0	87,0	127	
30Х16Н22В6БЛ (ЦЖ 13Л)	20	274-392	519-637	9-32	10-43	18-66	Закалка 1200 °С, 2 ч, вода; отпуск 800 °С, 10 ч, воздух
	600	206-245	431-470	15-19	23-30	38-55	
	650	206-245	382-412	12-22	24-46	39-59	
	700	206-245	333-382	15-19	24-41	34-59	
	750	186-225	274-294	17-23	42-51	39-59	
	800	167-186	216-225	22-24	51-64	59-69	
31Х19Н9МВБТЛ (ЭИ 572Л)	20	343	686	25	30	29-39	Закалка 1150—1180 °С, вода; отпуск 700—800 °С, воздух
	500	245	539	20	25	39-49	
	550	235	519	17	23	—	
	600	235	490	17	23	49-69	
	650	176	382	22	27	59	
20Х25Н13АТЛ	20	284-323	490-598	28-45	28-41	49-157	Аустенизация 1160—1180 °С; старение 760—780 °С, 10 ч
	550	186	407	32	43,5	176	
	600	176	382-409	27-33	41-51	127-167	
	650	167	382	29	45	147	
ХН65ВМТЮЛ (ЭИ 893Л)	20	539-558	740-815	17-27	19-34	54-130	Закалка 1180 °С, 4 ч, воздух; старение 800 °С, 12 ч, воздух. Отдельно отлитые образцы
	600	570	755	18	24		
	700	550	725	17	26,3	—	
	750	500	666	16	26,0		
	800	412	600	16	25		
	850	355	460	16	31		
	20	410-500	530-695	8,4-25,0	16,0-33,0		Закалка 1180 °С, 4 ч, воздух; старение 850 °С, 24 ч, воздух. Образцы из полки направляющей лопатки 2 ступени ТВДГТ100
	650	450-460	568	8,3-10,1	12,1-12,3	—	
	700	352-392	470-549	22,9-35	38,6-45,0		
	750	323-392	440-490	10,4-36	21,0-40,0		
ХН70КВМЮТ (ЦНК 17П)	20	717	850	7		31	Отдельно отлитые образцы; без термообработки
	550	830	921	6,8			
	670	750	912	5,6	—		
	700	668	923	6,8		—	
	750	675	860	6,5			
	800	680	745	6,4			
ХН60КВМЮТБ (ЦНК 21П)	20	635	835	6,9		15	Закалка 1140 °С, 3 ч, воздух + 1000 °С, 2 ч, воздух; старение 830 °С, 24 ч, воздух. Отдельно отлитые образцы
	700	550	860	15,6			
	750	580	770	15,5	—	—	
	800	540	660	18,0			
	850	400	530	18,5			

Продолжение табл.

Марка материала	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм^2	$\sigma_в$, Н/мм^2	δ, %	ψ, %	KCU, Дж/см^2	Примечание
ХН64ВМКЮТ (ЗМИ 3)	20	785	950	5,1	6,8	21	Закалка 1180 °С, 4 ч + + 1050 °С, 2—4 ч, воздух; старение 830 °С, 24 ч, воздух. Отдельно отлитые образцы
	600	725	924	5,1	12,7		
	650	774	1012	4,5	12,8		
	700	750	1036	3,5	10,0	—	
	750	767	1025	4,6	13,0		
	800	765	890	7,8	8,5		
	850	720	810	9,9	17,9		
ХН65ВКМБЮТ (ЭИ 539ЛМУ)	20	730	856	4,5	8,4	21	Закалка 1180 °С, 4 ч; охлаждение 1,5—2,5 ч, до 900 °С, далее на воздухе; старение 850 °С, 24 ч, воздух. Отдельно отлитые образцы
	550	589	750	3,6	8,8		
	650	675	756	3,5	7,2		
	700	563	815	3,4	3,9		
	800	638	810	7,8	12,6	—	
	850	488	647	8,3	8,1		
	900	439	571	10,7	14,7		
	950	300	418	20,5	33,9		
	1000	214	299	20,9	36,9		
	20	690	780	3,5	3,5	16-18	Термообработка та же. Хвостовик направляющей лопатки 2 ступени турбины ГТН 25
	800	630	780	8,2	8,2	—	
ХН60КВМЮТ (ЦНК 7П)	20	784	902	4		15	Закалка 1190 °С, 4 ч, воздух + 1050 °С, 15 ч, воздух; старение 850 °С, 24 ч, воздух. Отдельно отлитые образцы, равноосная структура
	700	784	980	5			
	750	795	940	6	—	—	
	800	835	885	6			
	850	735	835	9			
	20	862	950	5		20	Термообработка та же. Отдельно отлитые образцы, направленная структура
	700	805	940	7			
	750	920	1080	8	—	—	
	800	825	940	10			
	850	735	845	11			
ХН58ВКМТЮБ (ЦНК 8МЛ)	20	980	1120	12,0		31	Закалка 1250 °С, 2 ч + + 1100 °С, 5 ч, воздух; старение 840 °С, 24 ч, воздух. Отдельно отлитые образцы, монокристальная структура
	700	1000	1190	15,5			
	750	1030	1080	18,5	—	—	
	800	902	1000	17,0			
	850	775	872	17,0			
ХН65КМВЮТ (ЖС 6К)	20	795-950	940-1060	1,5-8,4	2,0-10,3	15-50	Закалка 1215 °С, 4 ч, воздух. Отдельно отлитые образцы, равноосная структура
	800	785-900	920-980	1,5-3,0	2,0-4,5	13-25	
	850	813-835	882-902	1,8-1,9	3,3-3,5	12-20	
	900	666-705	784-804	2,0-2,3	3,9-5,0	12-26	
	950	510-568	588-656	1,5-2,1	2,0-4,0		
	1000	372-392	440-460	2,5-4,0	3,6-5,0		
	20	813	862	7,1		20	Закалка 1215 °С, 4 ч, воздух. Отдельно отлитые образцы, направленная структура
	800	784-902	911-1058	1,3-4,7			
	900	666-735	804-862	12,0-16,0	—	—	
	1000	412-470	490-550	10,0-18,0			

5. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОВОЧНЫХ ТЕМПЕРАТУР

Марка стали (сплава)	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	$\frac{K_\psi, \%}{Н/мм^2}$	Состояние материала и условия испытания
Ст3сп	700	73	102	57	96	0,94	Кованый и нормализованный.
	800	51	63	95	95	1,51	Образец:
	900	38	65	84	100	1,55	$d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм;
	1000	25	43	79	100	2,32	$V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	1100	19	31	80	100	3,19	
	1200	14	25	84	100	4,08	
Ст5сп	900	40	66	62,4	90	1,37	Прокатанный.
	1000	37	49	81,4	90	1,84	Образец:
	1100	14	28	64,8	90	3,16	$d_0 = 5$ мм, $l_0 = 25$ мм;
	1200	–	16	59	90	5,74	$V = 2$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}001$ с$^{-1}$
	1250	–	11	58,4	90	8,34	
15	700		55	73,9	92	1,68	Прокатанный.
	800		57	35,7	43,6	0,77	Образец:
	900	–	44	45,6	48,6	1,10	$d_0 = 10$ мм, $l_0 = 50$ мм;
	1000		27	51,6	80,5	2,93	$V = 1{,}1$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}0004$ с$^{-1}$
	1100		24	57,5	100	4,17	
	1200		14	65,1	100	7,28	
20	700		127	39	94	0,74	Деформированный.
	800		89	51	96	1,08	Образец:
	900	–	76	55	100	1,32	$d_0 = 5$ мм, $l_0 = 25$ мм;
	1000		47	63	100	2,12	$V = 10$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}007$ с$^{-1}$
	1100		30	59	100	3,29	
	1200		20	64	100	5,10	
25	700	128	147	41,5	76,5	0,52	Прокатанный.
	800	69	96	56,7	78,4	0,82	Образец:
	900	47	79	52,9	95,3	1,20	$d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм;
	1000	40	54	59,7	100	1,85	$V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	1100	24	38	66,2	100	2,61	
	1200	14	23	101	100	4,43	
	1300	20	25	66,6	100	4,08	
30	800		98	49	98	1,00	Деформированный.
	900		77	53	100	1,29	Образец:
	1000	–	48	56	100	2,08	$d_0 = 5$ мм, $l_0 = 25$ мм;
	1100		30	58	100	3,29	$V = 10$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}007$ с$^{-1}$
	1200		21	64	100	4,86	
35	700	102	149	34	74,8	0,50	Прокатанный.
	800	69	110	55,8	100	0,91	Образец:
	900	55	74	53,6	100	1,36	$d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм;
	1000	30	51	69	100	1,96	$V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	1100	21	39	74,1	100	2,55	
	1200	15	26	84,5	100	3,78	
	1300	18	23	58	100	4,43	

Продолжение табл.

Марка стали (сплава)	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	K_ψ, $\frac{\%}{Н/мм^2}$	Состояние материала и условия испытания
40	700	99	142	47,5	85,4	0,60	Прокатанный.
	800	70	111	52,5	97,2	0,88	Образец:
	900	54	71	55	100	1,42	$d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм;
	1000	28	58	69,2	100	1,73	$V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	1100	24	37	59,9	100	2,68	
	1200	16	25	87,2	100	3,92	
	1300	12	18	56,4	100	5,67	
45	700	137	168	43	96	0,57	Кованый и нормализованный.
	800	64	113	58	98	0,87	Образец:
	900	54	76	62	100	1,32	$d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм;
	1000	34	50	72	100	2,00	$V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	1100	22	34	81	100	2,91	
	1200	15	26	90	100	3,78	
50	700	87	115	39	97,4	0,85	Деформированный.
	800	45	81	45	100	1,23	Образец:
	900	16	50	43	100	2,00	$d_0 = 10$ мм, $l_0 = 50$ мм;
	1000	11	36	35,1	100	2,76	$V = 5$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}002$ с$^{-1}$
	1100	8	28	41,2	100	3,52	
	1200	8	22	49	100	4,64	
20Х	700	118	149	48	89	0,60	Кованый и нормализованный.
	800	63	93	56	74	0,79	Образец:
	900	51	84	64	88	1,04	$d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм;
	1000	33	51	78	97	1,90	$V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	1100	21	33	98	100	3,00	
	1200	14	26	–	–	–	
40Х	700	142	175	33,2	78,1	0,45	Кованый и отожженный.
	800	54	98	59,3	98,5	1,00	Образец:
	900	41	70	64,5	100	1,44	$d_0 = 10$ мм, $l_0 = 50$ мм;
	1000	24	43	68	100	2,32	$V = 5$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}002$ с$^{-1}$
	1100	11	25	68	100	3,92	
	1200	11	24	70	100	4,25	
45Г2	800	97	120	34,6	98	0,82	Прокатанный и отожженный.
	900	55	74	54	98,4	1,34	Образец:
	1000	35	49	58,9	100	2,04	$d_0 = 10$ мм, $l_0 = 50$ мм;
	1100	26	35	62,7	100	2,83	$V = 20$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}007$ с$^{-1}$
	1200	17	25	72,5	100	3,92	
18ХГТ	700	204	235	46,5	88	0,37	Кованый и нормализованный.
	800	76	137	51	94	0,68	Образец:
	900	54	95	54,5	96,2	1,01	$d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм;
	1000	50	78	58	100	1,27	$V = 50$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}03$ с$^{-1}$
	1100	25	43	61,5	100	2,32	
	1200	14	25	56	100	3,92	

Продолжение табл.

Марка стали (сплава)	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм^2	$\sigma_в$, Н/мм^2	δ, %	ψ, %	K_{ψ}, $\frac{\%}{Н/мм^2}$	Состояние материала и условия испытания
30ХМ, 30ХМА	800	80	127	69,4	67	0,53	Прессованный. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	1000	41	56	64,3	100	1,79	
	1200	14	26	54,9	100	3,78	
34ХМА	800	82	142	64,1	82,1	0,58	Прессованный. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	1000	40	60	41,8	54,6	0,91	
	1200	17	27	51,8	100	3,64	
12ХН3А	700	70	141	40,8	77,5	0,55	Кованый и отожженный. Образец: $d_0 = 10$ мм, $l_0 = 50$ мм; $V = 5$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}002$ с$^{-1}$
	800	29	89	61,1	97	1,09	
	900	26	68	58	100	1,48	
	1000	23	44	63	100	2,27	
	1100	23	43	72,7	100	2,32	
	1200	12	25	70,3	100	4,08	
	1250	10	18	67,3	100	5,67	
12Х2Н4А	800	99	113	35	91	0,81	Прокатанный. Образец: $d_0 = 10$ мм, $l_0 = 50$ мм; $V = 20$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}007$ с$^{-1}$
	900	64	80	56,1	96,1	1,20	
	1000	43	54	64,5	100	1,85	
	1100	31	42	64,3	100	2,37	
	1200	20	28	58	100	3,52	
	1250	15	23	62	100	4,43	
20Х2Н4А	700	63	122	55,6	77,8	0,64	Кованый и отожженный. Образец: $d_0 = 10$ мм, $l_0 = 50$ мм; $V = 5$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}002$ с$^{-1}$
	800	45	56	63,9	95,4	1,71	
	900	36	56	57,7	100	1,79	
	1000	22	37	63,3	100	2,68	
	1100	20	27	59,2	100	3,64	
	1150	16	25	65,3	100	3,92	
	1220	16	22	71,3	100	4,64	
30ХГС, 30ХГСА	700		175	59,3	50,8	0,29	Прокатанный. Образец: $d_0 = 5$ мм, $l_0 = 25$ мм; $V = 2$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}0013$ с$^{-1}$
	800		85	61,6	74,8	0,88	
	900	—	53	84,4	90	1,70	
	1000		37	71,1	90	2,42	
	1100		21	59,3	90	4,37	
	1200		10	84,5	90	9,18	
30ХГСН2А (30ХГСНА)	800	98	117	33	76,8	0,66	Прокатанный. Образец: $d_0 = 10$ мм, $l_0 = 50$ мм; $V = 20$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}007$ с$^{-1}$
	900	64	84	51	77,2	0,95	
	1000	42	49	53,1	90	1,84	
	1100	25	32	67,2	100	3,09	
	1200	15	22	69,2	100	4,64	
	1250	11	17	76,8	100	6,00	

Продолжение табл.

Марка стали (сплава)	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	K_ψ, $\frac{\%}{Н/мм^2}$	Состояние материала и условия испытания
20ХГНР	800	115	119	40,5	84,1	0,71	Прокатанный.
	900	73	82	46,7	99,6	3,13	Образец:
	1000	32	44	57,5	100	2,27	$d_0 = 10$ мм, $l_0 = 50$ мм;
	1100	19	29	63	100	3,40	$V = 320$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}007$ с$^{-1}$
	1200	15	25	76	100	4,08	
	1250	16	23	82,1	100	4,43	
34ХН1М, 34ХН1МА	800	87	148	49	84,3	0,57	Прессованный.
	1000	38	57	46	64,7	1,14	Образец:
	1200	20	26	45,2	100	3,78	$d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм;
							$V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
34ХН3М, 34ХН3МА	825	87	145	62	98	0,68	Кованый.
	925	51	91	67	98	1,07	Образец:
	1025	36	66	72	100	1,52	$d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм;
							$V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
40ХН2МА (40ХНМА)	700	–	183	17,2	32,4	0,18	Прокатанный.
	800		89	65,5	90	1,01	Образец:
	900		50	69,3	90	1,80	$d_0 = 5$ мм, $l_0 = 25$ мм;
	1000		35	75	90	2,55	$V = 2$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}001$ с$^{-1}$
	1100		24	72	90	3,82	
	1200		14	61,7	90	6,56	
18Х2Н4МА	700	226	265	31	69	0,26	Прокатанный.
	800	73	130	35	34	0,26	Образец:
	900	55	79	22	23	0,29	$d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм;
	1000	41	55	31	36	0,66	$V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	1100	24	36	63	100	2,76	
	1200	20	25	46	100	4,08	
38Х2МЮА (38ХМЮА)	800	98	112	66,5	95,4	0,85	Прокатанный и отожженный.
	900	67	84	57,5	96,8	1,15	Образец:
	1000	40	50	65,7	98,1	1,96	$d_0 = 10$ мм, $l_0 = 50$ мм;
	1100	22	31	77,3	100	3,19	$V = 20$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}007$ с$^{-1}$
	1200	15	22	77	100	4,64	
	1250	11	18	94,5	100	5,67	
12Х1МФ (ЭИ 575)	850	73	82	36	85	1,03	Образцы вырезаны из труб в продольном направлении.
	900	51	66	44	97	1,48	
	950	44	60	54	98	1,64	Образец:
	1000	35	50	60	100	2,00	$d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм;
	1050	30	42	56	100	2,37	$V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	1100	23	31	58	100	3,19	
	1150	14	18	55	100	5,67	

Продолжение табл.

Марка стали (сплава)	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм^2	$\sigma_в$, Н/мм^2	δ, %	ψ, %	K_ψ, $\frac{\%}{Н/мм^2}$	Состояние материала и условия испытания
25Х1МФ (ЭИ 10)	800	146	178	43	88	0,49	Кованый и отожженный. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	900	121	133	43	80	0,60	
	1000	66	76	42	64	0,84	
	1100	39	44	33	40	0,91	
	1200	21	25	61	100	4,00	
	1250	19	22	49	100	4,54	
25Х2М1Ф (ЭИ 723)	800	265	275	29	72	0,26	Кованый. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	850	255	265	35	86	0,32	
	900	216	226	34	90	0,40	
	950	124	141	40	93	0,66	
	1000	83	93	60	92	0,99	
	1100	53	61	61	81	1,33	
	1200	32	37	55	84	2,25	
	1250	27	28	58	100	3,52	
20Х1М1ФТР (ЭП 182)	700	663	712	6,5	38,8	0,05	Прокатанный. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	800	233	282	19,2	85	0,30	
	900	92	155	46,1	93,2	0,60	
	1000	83	105	36,6	100	0,95	
	1100	37	46	50,1	100	2,17	
	1200	24	31	82,1	100	3,19	
	1300	14	18	–	100	5,67	
20Х3МВФ (ЭИ 415, ЭИ 579)	1000	28	50	58,7	96,7	1,93	Кованый и нормализованный. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 2$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}0009$ с$^{-1}$
	1050	23	39	64	100	2,55	
	1100	22	34	66,6	100	2,91	
	1150	15	27	64,6	100	3,64	
60С2, 60С2А	800	83	97	65,6	96,7	1,00	Прокатанный. Образец: $d_0 = 10$ мм, $l_0 = 50$ мм; $V = 20$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}007$ с$^{-1}$
	900	55	67	61,8	95,8	1,44	
	1000	35	42	61	100	2,37	
	1100	20	25	78	100	3,92	
	1200	12	15	89,6	100	6,80	
ШХ15	1000	32	42	61	100	2,37	Деформированный и отожженный. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	1050	28	48	62	100	2,08	
	1100	20	29	72	100	3,40	
	1150	17	25	61	100	3,92	
	1200	18	22	76	100	4,64	
12Х13 (1Х13)	800	69	82	47,7	95,4	1,16	Прокатанный. Образец: $d_0 = 10$ мм, $l_0 = 50$ мм; $V = 20$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}007$ с$^{-1}$
	900	63	78	59,7	81	1,03	
	1000	38	53	68	90	1,70	
	1100	24	33	72	96	2,88	
	1200	14	20	62	95,2	4,85	

Продолжение табл.

Марка стали (сплава)	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм^2	$\sigma_в$, Н/мм^2	δ, %	ψ, %	K_ψ, $\frac{\%}{Н/мм^2}$	Состояние материала и условия испытания
20Х13 (2Х13)	800	59	70	51	98	1,41	Прокатанный. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	850	79	114	43	53	0,47	
	900	75	104	56	74	0,71	
	950	53	77	58	76	0,98	
	1000	39	61	59	65	1,07	
	1100	25	37	65	90	2,42	
	1150	21	31	84	100	3,19	
30Х13 (3Х13)	800	77	89	67	98	1,10	Деформированный. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	900	93	130	82	82	0,63	
	1000	50	76	70	97	1,27	
	1100	37	43	71	98	2,27	
	1200	25	29	74	98	3,33	
40Х13 (4Х13)	800	119	132	64	96	0,73	Деформированный. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	900	102	125	68	92	0,74	
	950	74	90	84	96	1,06	
	1000	51	75	70	98	1,31	
	1050	45	57	73	100	1,76	
	1100	43	53	60	98	1,85	
	1150	34	40	64	100	2,49	
	1200	27	32	60	100	3,09	
12Х17 (Х17, ЭЖ 17)	700		84	66,8	96,7	1,15	Прокатанный. Образец: $d_0 = 10$ мм, $l_0 = 50$ мм; $V = 1{,}1$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}0004$ с$^{-1}$
	800		40	63,5	98,1	2,44	
	900		22	58,1	98,3	4,56	
	1000	–	21	81,4	97	4,71	
	1100		14	72,8	97,2	7,08	
	1200		8	85,2	99	12,62	
	1300		6	99,2	96,9	16,47	
10Х17Н13М2Т (Х17Н13М2Т, ЭИ 448)	800	167	235	26,5	44,1	0,19	Прокатанный. Образец: $d_0 = 10$ мм, $l_0 = 50$ мм; $V = 20$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}007$ с$^{-1}$
	900	129	143	38,5	59	0,41	
	1000	74	81	34,5	64	0,79	
	1100	41	46	40,5	84,4	1,83	
	1200	23	27	77,3	99,3	3,62	
	1250	18	22	79,6	100	4,64	
12Х18Н9 (Х18Н9)	700		212	47,3	76,3	0,36	Прокатанный. Образец: $d_0 = 10$ мм, $l_0 = 50$ мм; $V = 1{,}1$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}0004$ с$^{-1}$
	800		120	57,2	69,5	0,58	
	900	–	68	64,8	66,1	0,98	
	1000		38	56,1	60,4	1,58	
	1100		30	63,8	59,4	1,95	
	1200		16	44,5	70,9	4,52	

Продолжение табл.

Марка стали (сплава)	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	K_ψ, $\frac{\%}{Н/мм^2}$	Состояние материала и условия испытания
12Х18Н9Т (Х18Н9Т)	800	155	201	26,6	57	0,28	Прокатанный. Образец: $d_0 = 10$ мм, $l_0 = 50$ мм; $V = 20$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}007$ с$^{-1}$
	900	108	120	41	89,7	0,75	
	1000	58	66	49,7	95,3	1,45	
	1100	35	38	65,8	98,5	2,58	
	1200	22	25	79	100	3,92	
08Х22Н6Т (0Х22Н5Т, ЭП 53)	900	109	129	43	68,5	0,53	Прокатанный и отожженный. Образец: $d_0 = 10$ мм, $l_0 = 50$ мм; $V = 20$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}007$ с$^{-1}$
	1000	76	80	49	69,2	0,86	
	1100	59	60	55,5	72	1,20	
	1200	42	43	62,7	77	1,78	
	1250	32	33	62,5	90,5	2,71	
40Х9С2 (4Х9С2, ЭСХ 8)	700		137	53,5	94,8	0,69	Прокатанный и отожженный. Образец: $d_0 = 10$ мм, $l_0 = 50$ мм; $V = 1{,}1$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}0004$ с$^{-1}$
	800		51	69,9	97,5	1,91	
	900	—	59	33,7	59	1,00	
	1000		45	28,5	44,6	0,99	
	1100		23	32,9	42,2	1,87	
	1200		16	71,1	73,7	4,70	
36Х18Н25С2 (4Х18Н25С2, ЭЯ 3С)	800	185	244	34	66,2	0,27	Кованый. Образец: $d_0 = 10$ мм, $l_0 = 50$ мм; $V = 20$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}007$ с$^{-1}$
	900	127	143	47,9	87,7	0,61	
	1000	71	76	54,6	88,4	1,17	
	1100	40	44	70,6	96,2	2,18	
	1200	28	31	85,7	100	3,19	
20Х23Н18 (Х23Н18, ЭИ 417)	800	216	254	24,2	66,8	0,26	Прокатанный. Образец: $d_0 = 10$ мм, $l_0 = 50$ мм; $V = 20$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}007$ с$^{-1}$
	900	135	135	37,1	77,3	0,58	
	1000	64	71	49,3	76,8	1,09	
	1100	39	44	51,2	69,5	1,57	
	1200	22	27	27,2	30,7	1,12	
20Х25Н20С2 (Х25Н20С2, ЭИ 283)	1000	55	76	47	78	1,02	Прокатанный. Образец: $d_0 = 5$ мм, $l_0 = 25$ мм; $V = 2$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}001$ с$^{-1}$
	1100	32	37	53,3	75,3	2,02	
	1200	17	23	69,7	81,8	3,63	
15Х11МФ (1Х11МФ)	900		118	80	94	0,80	Кованый, закаленный и отпущенный. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	1000	—	69	72	95	1,38	
	1100		29	66	100	3,40	
	1200		20	56	94	4,79	
18Х11МНФБ (2Х11МФБН, ЭП 291)	700	439	459	16,9	86,9	0,19	Прокатанный. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	800	190	218	44	96,5	0,44	
	900	172	212	30,2	71,2	0,34	
	1000	92	136	35,3	87,1	0,64	
	1100	52	76	48,7	100	1,31	
	1200	32	35	61,8	100	2,83	
	1300	9	11	54	97	8,99	
	1350	11	12	64	97,7	8,30	

Продолжение табл.

Марка стали (сплава)	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	ψ_5, %	$\frac{K_{v1}, \%}{Н / мм^2}$	Состояние материала и условия испытания
18Х12ВМБФР-Ш (ЭИ 993-Ш)	700	509	535	13,6	79,5	0,15	Прокатанный. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	800	179	203	24,4	92,5	0,46	
	900	109	139	69,9	95,3	0,68	
	1000	84	107	45,5	95,9	0,90	
	1100	47	66	54,2	100	1,52	
	1200	25	27	67,5	100	3,64	
	1300	17	18	52,8	100	5,67	
	1350	17	19	46,8	100	5,37	
37Х12Н8Г8МФБ (ЭИ 481)	800	247	346	12	22,2	0,06	Прокатанный и отожженный. Образец: $d_0 = 10$ мм, $l_0 = 50$ мм; $V = 20$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}007$ с$^{-1}$
	900	164	179	21,7	59,4	0,33	
	1000	83	92	37,6	78,2	0,85	
	1100	47	49	45,4	87,7	1,79	
	1200	24	26	51	78,8	2,98	
	1250	20	21	21	41	1,99	
09Х14Н19В2БР1 (ЭИ 726)	1050	73	84	54	100	1,19	Кованый. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	1100	54	61	54	100	1,64	
	1150	41	46	42	93	2,02	
	1200	32	33	16,8	47	1,41	
	1250	14	18	17,9	34	1,93	
08Х16Н13М2Б (ЭИ 405, ЭИ 680)	700	319	404	17,6	59,9	0,15	Прокатанный. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	800	263	288	15,4	52,1	0,18	
	900	240	261	12,9	36,2	0,14	
	1000	179	186	13,9	31,6	0,17	
	1100	83	87	43	63,5	0,73	
	1200	43	47	54,1	81,5	1,73	
	1300	27	27	23,5	45,3	1,65	
31Х19Н9МВБТ (ЭИ 572)	800	275	314	33	68	0,22	Кованый и отожженный. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	850	275	284	28	67	0,24	
	900	206	216	28	67	0,31	
	950	206	216	21	64	0,30	
	1000	114	118	45	85	0,68	
	1100	66	80	54	90	1,12	
	1150	47	60	54	91	1,52	
	1200	41	49	59	94	1,92	
ХН35ВТ (ЭИ 612)	900	180	187	28	49	0,26	Кованый. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	950	132	139	46	70	0,50	
	1000	98	104	67	90	0,87	
	1100	56	60	84	96	1,60	
	1150	44	51	88	97	1,90	
	1200	30	40	90	96	2,39	
	1250	27	31	66	84	2,68	

Продолжение табл.

Марка стали (сплава)	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	$\frac{K_\psi, \%}{Н / мм^2}$	Состояние материала и условия испытания
ХН35ВТЮ (ЭИ 787)	700	624	826	26,5	40,3	0,05	Кованый и прессованный. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	800	609	633	7,2	12,1	0,02	
	900	220	220	42,5	91,8	0,42	
	1000	99	104	81,8	100	0,96	
	1100	50	55	80,5	100	1,82	
	1200	34	37	26,5	39,7	1,07	
ХН78Т (ЭИ 435)	800	314	380	71,5	46,5	0,12	Прокатанный и отожженный. Образец: $d_0 = 10$ мм, $l_0 = 50$ мм; $V = 20$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}007$ с$^{-1}$
	900	196	216	44,5	83,5	0,39	
	1000	101	112	64,1	93,4	0,84	
	1100	76	88	70,5	97,4	1,10	
	1200	42	54	91,7	100	1,85	
	1250	36	39	99,7	100	2,55	
ХН67МВТЮ (ЭП 202, ЭИ 445Р)	700	683	882	16,4	20	0,02	Кованый и прессованный. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	800	669	770	5,9	11,6	0,02	
	900	528	548	20,4	43,6	0,08	
	1000	195	197	51,5	94,1	0,48	
	1100	83	85	76,2	93,4	1,09	
	1200	46	59	86,5	93	1,58	
	1250	40	43	84,6	94,7	2,19	
ХН77ТЮР (ЭИ 437Б)	800		604	23,9	22,5	0,04	Кованый и нормализованный. Образец: $d_0 = 5$ мм, $l_0 = 25$ мм; $V = 1{,}1$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}0007$ с$^{-1}$
	900		378	26,1	27,6	0,07	
	1000	—	109	79,8	95	0,87	
	1100		48	153,2	100	2,08	
	1200		34	134	100	2,91	
	1250		16	56,1	69,1	4,40	
ХН80ТБЮ (ЭИ 607)	900		569	—	97	0,17	Прессованный, закаленный и состаренный. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	950		412	77	96	0,23	
	1000	—	294	78	96	0,33	
	1100		167	84	98	0,59	
	1150		118	100	100	0,85	
ХН65ВМТЮ (ЭИ 893)	700	439	647	50,9	56,9	0,09	Кованый. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	800	482	658	26,2	30	0,05	
	900	380	512	27,4	54,8	0,11	
	1000	225	225	71,1	93,6	0,42	
	1100	127	127	70,3	91,2	0,72	
	1200	59	64	77,1	86,6	1,36	
	1225	47	56	81,6	83,2	1,49	

Продолжение табл.

Марка стали (сплава)	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	K_ψ, % / Н/мм²	Состояние материала и условия испытания
ХН70ВМЮТ (ЭИ 765)	700	804	912	11	17	0,02	Кованый. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	800	696	716	25	60	0,08	
	900	265	284	55,4	85	0,30	
	1000	167	171	60	90	0,53	
	1100	64	67	68	83	1,24	
	1200	42	44	44	67	1,52	
	1250	33	44	45	66	1,50	
ХН70ВМТЮ (ЭИ 617)	900	–	551	20,4	31,8	0,06	Кованый и нормализованный. Образец: $d_0 = 5$ мм, $l_0 = 25$ мм; $V = 1{,}1$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	1000		154	52,4	85,9	0,56	
	1100		73	80	91,1	1,26	
	1200		34	69,6	51,2	1,49	
У7, У7А	700	–	108	64	90	0,83	Деформированный и отожженный. Образец: $d_0 = 5$ мм, $l_0 = 25$ мм; $V = 10$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}007$ с$^{-1}$
	800		94	65	100	1,06	
	900		63	60	100	1,59	
	1000		36	62	100	2,76	
	1100		22	65	100	4,64	
	1200		17	92	100	6,00	
У8, У8А	700	–	104	58	91	0,88	Деформированный и отожженный. Образец: $d_0 = 5$ мм, $l_0 = 25$ мм; $V = 10$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}007$ с$^{-1}$
	800		91	58	100	1,10	
	900		55	62	100	1,82	
	1000		33	62	100	3,00	
	1100		21	80	100	4,86	
	1200		15	69	100	6,80	
У10, У10А	700	–	105	50	87	0,83	Деформированный и отожженный. Образец: $d_0 = 5$ мм, $l_0 = 25$ мм; $V = 10$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}007$ с$^{-1}$
	800		90	52	100	1,11	
	900		55	59	100	1,82	
	1000		29	70	100	3,40	
	1100		18	78	100	5,67	
	1200		16	86	100	6,37	
У12, У12А	700	–	104	60	68	0,65	Деформированный и отожженный. Образец: $d_0 = 5$ мм, $l_0 = 25$ мм; $V = 10$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}007$ с$^{-1}$
	800		100	52	96	0,96	
	900		60	40	100	1,67	
	1000		34	65	100	2,91	
	1100		18	74	100	5,67	
	1200		15	92	100	6,80	
9ХС	800	108	131	26,3	68,4	0,52	Прокатанный. Образец: $d_0 = 10$ мм, $l_0 = 50$ мм; $V = 20$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}007$ с$^{-1}$
	900	65	74	40,8	95,4	1,30	
	1000	42	46	51,8	85,7	1,86	
	1100	20	31	53,6	82,7	2,64	
	1200	15	20	82,9	100	5,10	
	1250	12	16	78,0	99	6,31	

Продолжение табл.

Марка стали (сплава)	$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	ψ, %	K_ψ, $\frac{\%}{Н/мм^2}$	Состояние материала и условия испытания
Х12МФ	700		140	43,5	67,9	0,48	Кованый и отожженный. Образец: $d_0 = 13$ мм, $l_0 = 50$ мм; $V = 1{,}1$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}004$ с$^{-1}$
	800		123	32,5	58,0	0,47	
	900	–	81	46,2	53,6	0,66	
	1000		46	35,9	49,3	1,07	
	1100		25	48,1	48,1	1,96	
	1200		8	3,1	13,6	1,73	
9Х1 (9Х)	700	103	131	58,9	95	0,72	Прокатанный и термически обработанный. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	800	87	120	56,9	94,5	0,79	
	900	44	76	53,9	94,3	1,25	
	1000	33	51	66,5	98,4	1,93	
	1100	17	28	80,1	100	3,52	
	1200	11	19	73,3	100	5,37	
9Х2	700	124	162	44,8	83,1	0,51	Кованый и отожженный. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	800	101	136	46,9	91,3	0,67	
	900	106	134	50,5	83,9	0,62	
	1000	41	50	53,4	100	2,00	
	1100	21	30	75	100	3,29	
	1200	11	12	70,7	100	8,50	
60ХН	700		94	39,6	100	1,06	Деформированный. Образец: $d_0 = 10$ мм, $l_0 = 50$ мм; $V = 5$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}002$ с$^{-1}$
	800		77	40	100	1,29	
	900	–	55	46	100	1,82	
	1000		38	39,6	100	2,61	
	1100		27	38	100	3,64	
	1200		23	39,2	100	4,43	
90ХМФ	800	123	157	35,1	92,2	0,59	Образцы вырезаны из поковки валка в тангенциальном направлении. Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}009$ с$^{-1}$
	900	92	112	51,2	98,3	0,88	
	1000	49	64	70,6	100	1,57	
	1100	25	37	82,4	100	2,68	
	1180	20	26	83,2	110	4,15	
Р18	700	373	431	23	61	0,14	Кованый и отожженный Образец: $d_0 = 6$ мм, $l_0 = 30$ мм; $V = 16$ мм/мин, $\dot{\varepsilon} = 0{,}001$ с$^{-1}$
	800	185	216	42	79	0,37	
	900	151	190	46	71	0,37	
	1000	114	117	54	53	0,45	
	1100	60	64	70	83	1,30	
	1200	25	26	49	80	3,02	
	1250	19	20	41	79	4,03	
06Х14Н5ДМФЛ	700	262	292	38,0	75,0	0,26	–
	800	94	172	51,9	76,5	0,44	
	900	59	103	69,4	92,2	0,90	
	1000	38	61	79,2	94,2	1,54	
	1050	32	50	85,0	96,2	1,92	
	1100	26	40	86,5	98,9	2,47	
	1150	18	27	68,1	100	3,70	
	1200	17	21	71,0	100	4,76	

6. ЖАРОПРОЧНЫЕ СВОЙСТВА

1. Пределы длительной прочности сталей и сплавов на железоникелевой основе (в числителе $\sigma^{t}_{д.п.,10^4}$, в знаменателе $\sigma^{t}_{д.п.,10^5}$) в деформированном состоянии (Н/мм²)

Марка материала	Температура испытания, °С												
	410	450	470	500	530	550	560	575	580	600	650	700	750
08, 10	–/102	–/69		50/30									
15	116/108	98/71		51/30									
20	–/129	–/89		62/39									
20-ПВ		–/88											
15К, 16К	116/108	98/71		51/30									
18К, 20К	–/129	–/89		62/39									
15ГС	–/153	–/95											
16ГС, 09Г2С	–/146	–/93											
17ГС, 17Г1С, 10Г2С1	–/153	–/95											
12МХ				–/143		90/–							
15ХМ				–/158		93/53							
20ХМ		335/294		215/175		–/64							
12Х1МФ (ЭИ 575)				–/170		120/99				71/56			
12Х1МФ-ПВ		–/288		–/192						–/65			
13Х1МФ (14Х1ГМФ, ЦТ 1)				–/176		–/120				–/82			
15Х1М1Ф				–/180		135/117				81/65			

Продолжение табл. 1

Марка материала	Температура испытания, °С											
	450	470	500	530	550	560	575	580	600	650	700	750
12Х2МФСР			– 159		120 95				71 56			
25Х1МФ (ЭИ 10)			255 167		98 – 147 127							
25Х1М1Ф (Р2, Р2МА)			255 – 305 215 – 255		200 145		137 – 162 98 – 118					
25Х2М1Ф (ЭИ 723)					157 – 216 137							
20Х1М1Ф1ТР (ЭП 182)	470 440		382 323		540° 323 274			265 196				
20Х1М1Ф1БР (ЭП 44)	480 392		343 294		270 230			235 196				
20Х3МВФ (ЭИ 415, ЭИ 579)	440 437		365 335		205 – 235 175							
15Х5М (12Х5МА, Х5М)			132 105		78 68				54 28			
10Х9МФБ (ДИ 82)			– 191		150 125				98 78	78 62		
08Х13 (0Х13, ЭИ 496)			121 –		62 45				31 –			
10Х12Н3М2ФА(Ш), 10Х12Н3М2ФА-А(Ш)	540 450		375 290						249 166			
12Х13 (1Х13) КП[1] 40	245 216		142 118									
КП[1] 60		255 186	216 –	186 157								
20Х13 (2Х13)	289 255	211 176	191 157	105 – 165 –								
08Х14МФ			140 120		85 60				70 50			
015Х18М2Б-ВИ (ЭП 882-ВИ)			274 260		132 101				69 53			

Продолжение табл. 1

Марка материала	Температура испытания, °С											
	450	470	500	530	550	560	575	580	600	650	700	750
12Х18Н9 (Х18Н9)									98 / –		49 / –	800 °С 15 / –
12Х18Н9Т (Х18Н9Т)			245 / 196		186 – 235 / 137 – 196				132 – 167 / 98 – 127	64 – 103 / 44 – 74	53 – 71 / 34 – 44	
12Х18Н10Т					186 – 235 / 137 – 196				132 – 167 / 98 – 127	64 – 103 / 44 – 74	53 – 71 / 34 – 44	
12Х18Н12Т (Х18Н12Т)									141 / 111	98 / 72	60 / 45	
40Х10С2М (4Х10С2М, ЭИ 107)			216 / 157						127 / 88			
12Х13Г12АС2Н2 (ДИ 50)									139 – 160 / 110	88 – 110 / 70	75 / –	
10Х13Г12БС2Н2Д2 (ДИ 59)									163 / 131	103 / 81	66 / 50	
20Х23Н13 (Х23Н13, ЭИ 319)					235 / 196				186 / 147	108 / 69	59 / 35	
20Х23Н18 (Х23Н18, ЭИ 417)									113 / 78	59 / 34	21 / 12	
20Х25Н20С2 (Х25Н20С2, ЭИ 283)												800 °С – / 20
15Х11МФ (1Х11МФ)				157 – 206 / 127 – 157								
15Х11МФБ (1Х11МФБ)									– / 75			
12Х11В2МФ (типа ЭИ 756)				– / 186	195 / 161				131 / 90	68 / 30		
15Х12ВНМФ (ЭИ 802, ЭИ 952)	490 / 479		382 / 343		245 / 216	565 °С 235 / 186						
18Х12ВМБФР-Ш (ЭИ 993-Ш)	470 / 412		353 / 304			245 / 216						

Продолжение табл. 1

Марка материала	Температура испытания, °С											
	450	470	500	530	550	560	575	580	600	650	700	750
20Х12ВНМФ (ЭП 428)					245 / 216		186 / 155		136 / 118			
1Х14Н14В2М (ЭИ 257)					211 / 167				157 / 118	108 / 83		
08Х15Н24В4ТР (ЭП 164)									382 / 294	284 / 225	176 / 137	118 / 78
45Х14Н14В2М (ЭИ 69)								176 / 147	127 / 98	23 / –		
08Х16Н9М2 (Х16Н9М2)									141 / 111	98 / 72	60 / 45	
08Х16Н13М2Б (ЭИ 405, ЭИ 680)					255 / 206				196 / 147	127 / 93	59 – 73 / 34 – 59	
09Х14Н19В2БР, Х16Н16МВ2БР, 10Х16Н14В2БР									– / 111	117 / 46		
3Х16Н22В6Б (ЦЖ 13)										157 – 176 / –	118 – 127 / –	74 – 88 / –
31Х19Н9МВБТ (ЭИ 572)						294 / 255			230 – 265 / 196 – 235	176 – 206 / 147 – 167	98 / 59	
ХН35ВТ (ЭИ 612)					382 / 314				255 – 304 / 206 – 255	196 / 157	137 / 98	– / 59
ХН35ВТК (ЭИ 612К)					392 / 333				333 / 274	206 – 235 / 176 – 196	157 / 137	
ХН35ВТЮ (ЭИ 787)					539 – 617 / –				412 – 441 / –	216 – 255 / –	157 – 225 / –	
ХН35ВТР (ЭИ 725)										274 / 157	147 / 108	93 / 59

Примечание. КП - категория прочности.

2. Длительная прочность сплавов на никелевой основе

Марка сплава	Время, ч	Пределы длительной прочности $\sigma^{t}_{д.п.T_э}$, Н/мм², при температурах испытания, °С								
		550	600	650	700	750	800	850	900	950
ХН78Т (ЭИ 435)	10^2				105		28-45	15-18		
	10^3				60					
ХН60ВТ (ЭИ 868)	10^2						108		51	
	$3\cdot10^3$						87		39	
ХН67ВМТЮ (ЭП 202, ЭИ 445Р)	10^4				370-390	280-300	180-200	110-130	65-75	33-38
	10^5				300-320	200-220	130-150	70-80	40-45	19-21
ХН77ТЮР (ЭИ 437Б)	10^3		560	470	310	200-210				
	10^4		450	350	180-200	110-200				
ХН80ТБЮ (ЭИ 607)	10^3			450	280					
	10^4			280	170					
ХН80ТБЮА (ЭИ 607А)	10^4			240-260	180-210					
	10^5			200-220	150-170					
ХН65ВМТЮ (ЭИ 893)	10^3				380	280-320	160-200			
	10^4				300	210-220	100-130			
	10^5				170	100				
ХН70ВМЮТ (ЭИ 765)	10^4		560	400	260	180	90	60		
	10^5		500	300	190	130	50			
ХН70ВМТЮ (ЭИ 617)	10^4			550		250	175			
	10^5			400		180	125			
ХН73МБТЮ (ЭИ 698)	10^3	870		570	400	295				
	10^4			480	290	210				
ХН75ВМЮ (ЭИ 827)	10^3				450-500	350	220-240	140-170		
	10^4				350-400	260	160-190			
ХН65КВЮТБ (ЦЖ 24)	10^4			540	370	230	120			
	$3\cdot10^4$			480	320	190	95			
ХН65КМВЮБ-ВД (ЭП 800-ВД)	10^3				560	470	320	240		
	10^4				450	320	240	130		
	$2\cdot10^4$				400	290	210			
ХН60КВЮМБ-ВД (ЭП 957-ВД)	10^3						400	270		
ХН55ВМТКЮ-ВД (ЭИ 929-ВД)	10^3				650	470	300			
	10^4			600	500	370	240			
	$3\cdot10^4$			560	450	330	220			

Продолжение табл. 2

Марка сплава	Время, ч	Пределы длительной прочности $\sigma^{r}_{д.п.}T_э$, Н/мм², при температурах испытания, °С								
		550	600	650	700	750	800	850	900	950
ХН65КВМЮТБ-ВД (ЭК 78-ВД)	10^3			670	520	380	250	160		
	10^4			540	400	260	145	75		
	$2{\cdot}10^4$			510	370	220	115	55		
	$3{\cdot}10^4$			480	340	200	95	45		
ХН65ВМТЮЛ (ЭИ 893Л)	10^4			414	300	207	134	81		
	10^5		470	348	240	155	94			
ХН70КВМЮТ (ЦНК 17П)	10^3					430	325	816° 305		
	10^4					360	223	816° 201		
ХН60КВМЮТБ (ЦНК 21П)	10^3				490	370	280	190		
	10^4				405	290	195	120		
	$2{,}5{\cdot}10^4$				360	250	165	100		
ХН64ВМКЮТ (ЗМИ 3)	10^3			795	645	500	370	250		
	10^4			675	525	385	260	155		
	$2{,}5{\cdot}10^4$			630	480	340	220	120		
ХН65ВКМБЮТ (ЭИ 539ЛМУ)	10^3				600	465	355	250		
	10^4				470	350	250	165		
	$3{\cdot}10^4$				425	315	210	130		
ХН60КВМЮТ (ЦНК 7П) (направленная структура)	10^3				620	540	415	290		
	10^4				570	425	300	190		
	$2{,}5{\cdot}10^4$				520	380	260	150		
ХН60КВМЮТ (ЦНК 7П) (равноосная структура)	10^3				620	520	390	280		
	10^4				540	400	280	180		
	$2{,}5{\cdot}10^4$				490	360	240	145		
ХН58ВКМТЮБ (ЦНК 8МП) (направленная структура)	10^3					580	446	335	225	
	10^4					452	338	225		
	$2{,}5{\cdot}10^4$					412	295	180		
ХН65КМВЮТ (ЖС 6К) (равноосная структура)	10^3						400	280	180	
	10^4						290	190	110	
	$2{\cdot}10^4$						270	170	90	
ХН65КМВЮТ (ЖС 6К) (направленная структура)	10^3					598	452	328	234	
	10^4					466	329	227	155	
	$2{,}5{\cdot}10^4$					416	286	194	131	

3. Пределы длительной прочности литейных сталей

(в числителе $\sigma^t_{д.п.,10^4}$, в знаменателе $\sigma^t_{д.п.,10^5}$) (Н/мм²)

Марка материала	Температура испытания, °С												
	450	480	500	540	550	560	565	570	580	600	650	700	750
20Л	–/75	71/50	52/33										
20ХМЛ			265/177			123/88				64/39			
12Х18Н9ТЛ					–/127					120/94			
15Х1М1ФЛ								128 – 172/100 – 128		83 – 128/64 – 98			
20ХМФЛ		274/234	216/177	157/108						64/39			
20Х5МЛ			179/127		91/63					48/33			
15Х11МФБЛ (1Х11МФБЛ, Х11ЛА)							137/118 – 127		147/98 – 108	91 – 108/69 – 83			
20Х12ВНМФЛ (15Х12ВНМФЛ, Х11БЛ, ЭИ 802Л)						176 – 180/147			118 – 147/98 – 118	108 – 127/78			
30Х16Н22В6БЛ (ЦЖ 13Л)											176/157	117/98	78 – 88/64 – 83
31Х19Н9МВБТЛ (ЭИ 572Л)			333/–		264/–					216/–			
20Х25Н13АТЛ									137 – 147/118	98/73	54/35		

4. Релаксационная стойкость в зависимости от температуры испытания

Марка материала	Режим термической обработки				Температура испытания, °С	Начальное напряжение σ_0, Н/мм²	Остаточное напряжение σ_t, Н/мм², за время испытания, ч		
	операция	температура, °С	выдержка, ч	охлаждающая среда			1000	10000	12000
12МХ	Нормализация или закалка	910-930		Воздух или вода	450	200	124	111	
	Отпуск	670-720		Воздух		260	160	130	
15ХМ	Нормализация	865-895		Воздух	450	100	78	42	
	Отпуск	600-700				200	135	83	
						260	162	95	
12Х1МФ (ЭИ 575)	Нормализация	960-980		Воздух	450	250	170	(150)	
	Отпуск	740-760				300	200	(180)	
					500	200	125	(100)	
						300	180	(140)	
					550	150	80	(45)	
						300	150	(87)	
25Х1МФ (ЭИ 10)	Закалка	880-900		Масло	500	120	80	57	
	Отпуск	640-660		Воздух		250	160	92	
						350	200	150	
25Х1М1Ф (Р2, Р2МА)	Нормализация	950-1000		Воздух	450	250	170	160	
	Отпуск	650-670				350	245	220	
					500	250	137	70	
						350	186	118	
					525	250	-	100	
						300	195	125	
25Х2М1Ф (ЭИ 723)	Нормализация	1030-1060		Воздух	500	350	-	170	
	Отпуск	680-720			525	350	210	130	
					550	400	180	90	
					575	350	—	35	
20Х1М1Ф1ТР (ЭП 182)	Закалка	970-990		Масло	450	250	207	194	194
	Отпуск	680-720		Воздух		350	288	270	269
					500	250	193	174	-
						350	262	242	226
					565	250	150	111	97
						350	190	145	-
					580	250	140	87	-
						350	175	115	-
20Х1М1Ф1БР (ЭП 44)	Нормализация	1030-1050		Воздух	565	250	104	83	82
						300	104	86	83
						350	138	112	107

Продолжение табл. 4

Марка материала	Режим термической обработки				Температура испытания, °С	Начальное напряжение σ_0, Н/мм²	Остаточное напряжение σ_t, Н/мм², за время испытания, ч		
	операция	температура, °С	выдержка, ч	охлаждающая среда			1000	10000	12000
20Х1М1Ф1БР (ЭП 44)	Ступенчатый отпуск	600 700-720	3 6	Воздух	580	250	86	76	74
						300	94	83	81
						350	113	95	91
					600	250	84	76	75
						300	92	84	82
						350	115	95	91
20Х3МВФ (ЭИ 415, ЭИ 579)	Закалка	1030-1060		Масло	450	250	178	157	
						300	217	195	
	Отпуск	660-700		Воздух	500	250	153	130	
						350	225	184	
					550	250	129	80	
						300	151	100	
20Х12ВНМФ (ЭП 428)	Закалка	1010-1060		Масло	450	250	185	175	
						300	220	205	
	Отпуск	660-770		Воздух		350	254	240	
					500	250	-	113	
						300	-	140	
						350	-	160	
					565	350	125	70	
18Х12ВМБФР-Ш (ЭИ 993-Ш)	Закалка	1050-1150		Масло	565	300	140	110	
						350	160	(125)	
	Отпуск	650-760		Воздух	580	300	135	(90)	
						350	145	(100)	
09Х14Н19В2БР1 (ЭИ 726)	Аустенизация	1140-1160		Вода	650	200	112	(90)	
	Старение	740-760	25	С печью	650	150	92	(70)	
08Х15Н24В4ТР (ЭП 164)	Стабилизация	750-850	16	Воздух	550	200	190	150	
						250	230	200	
						300	270	250	
					600	200	180	170	
						250	220	200	
						300	270	240	
					650	200	170	130	
						250	210	160	
						300	250	180	
					700	200	140	85	
						250	160	100	
						300	220	150	
ХН35ВТК (ЭИ 612К)	Закалка	1080-1100			650	200	130	90	84
	Отпуск	700	5			250	150	105	100
	Двухступенчатое старение	850 700	10 25-50	Воздух	680	250	120	65	–

Примечание. Данные в скобках получены путем экстраполяции.

7. МАРКИ, СВОЙСТВА И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СТАЛЕЙ

Электротехнические стали (ЭТС) - класс ферромагнитных материалов, применяющихся для изготовления магнитно-активных частей электромашин и приборов, вырабатывающих и преобразующих электрическую энергию: генераторов, трансформаторов, электродвигателей, реле, электромагнитов. По способу изготовления ЭТС делятся на горячекатаные и холоднокатаные. Они также распределяются на группы в зависимости от массовой доли главного легирующего элемента (кремний или кремний совместно с алюминием), как это показано в табл. 1.

Стали могут изготовляться с незащищенной металлической поверхностью или иметь электроизоляционное покрытие. Термостойкость обозначается в марке буквой Т, улучшение штампуемости – буквой Ш, нетермостойкое покрытие – буквой Н. Если для листовой стали проводился контроль внутренних дефектов, то добавляется буква У.

Обозначение марки стали состоит из четырех – пяти цифр с возможным добавлением одной – двух букв:

1) первая цифра означает класс по структурному состоянию и виду прокатки: 1 – горячекатаная изотропная, 2 – холоднокатаная изотропная, 3 – холоднокатаная анизотропная.

2) вторая цифра - группу стали по содержанию кремния (см. табл. 1).

3) третья цифра – вид стали по основной нормируемой характеристике магнитных свойств: при цифре 0 – величина удельных магнитных потерь при частоте тока 50 Гц и индукции 1,7 Тл, а также индукция при напряженности магнитного поля 100 А/м; при цифре 1 – величина удельных магнитных потерь при частоте тока 50 Гц и индукции 1 и 1,5 Тл, а также индукция при напряженности магнитного поля 2500 А/м; при цифре 2 – величина удельных магнитных потерь при частоте тока от 200 Гц и индукции 0,75, 1 и 1,5 Тл; при цифре 6 – величина индукции в слабых полях при напряженности поля 0,4 А/м; при цифре 7 – величина индукции в сильных полях при напряженности поля 10 А/м; цифра 8 характеризует релейные стали.

Таким образом, первые три цифры определяют тип стали. Для всех сталей, кроме релейных, четвертая (последняя) цифра означает уровень основных нормируемых характеристик: 1 – нормальный, 2 – повышенный, 3 – высокий, 4 и более – высшие уровни.

Для релейных сталей четвертая и пятая цифры задают величину их характеристики (значение коэрцитивной силы в А/м).

По сортаменту и видам продукции ЭТС подразделяются следующим образом: для электромашин промышленной частоты тока (трансформаторы, генераторы, электродвигатели) они выпускаются в виде рулонов, листов и резаных лент; для аппаратов, работающих при повышенных частотах тока, – в виде лент; для магнитопроводов машин и приборов, работающих в режиме включение – отключение (реле, пускатели, электромагниты), – в виде листов, рулонов, лент и профилей из релейных сталей.

Ниже (табл. 2 – 5) приводятся основные показатели магнитных свойств (удельные магнитные потери, индукция и ее разброс) ЭТС различных типов. Здесь и далее частота задается в герцах, магнитная индукция в теслах. Таким образом, например, $P_{1,5/50}$ означает величину удельных магнитных потерь в Вт/кг при магнитной индукции, равной 1,5 Тл, и частоте тока 50 Гц.

Для *релейных сталей* содержание основных элементов обычно не должно превышать: 0,04 % углерода; 0,3 % кремния; 0,3 % марганца.

В настоящий момент производятся 20 марок таких сталей, их магнитные свойства должны соответствовать нормам, приведенным в табл. 5.

1. Группы ЭТС

Номер группы	0	1	2	3	4	5
Наименование группы	Нелегированная	Низколегированная	Слаболегированная	Среднелегированная	Повышенно-легированная	Высоколегированная
Si + Al, %	≤ 0,5	0,5-0,8	0,8-2,1	1,8-2,8	2,5-3,8	3,8-4,8
γ, кг/м^3	7820	7800	7750	7700	7600	7550
ρ, нОм·м	140	170	250	400	500	600

2. Удельные показатели магнитных свойств анизотропной тонколистовой стали

Марка стали	Толщина, мм	$P_{1/50}$	$P_{1,5/50}$	$P_{1,7/50}$	B, Тл, при H, А/м, не менее	
		Вт/кг, не более			100	2500
3311	0,8	4,0	–	–	–	1,75
3311	0,7	3,8	–	–	–	1,75
3411	0,5	–	2,45	–	–	1,75
3412		–	2,00	–	–	1,80
3413		–	1,75	–	–	1,85
3414		–	1,50	–	–	1,88
3411	0,35	–	1,75	–	–	1,75
3412		–	1,50	–	–	1,80
3413		–	1,30	–	–	1,85
3404		–	–	1,60	1,60	–
3405		–	–	1,50	1,61	–
3406		–	–	1,43	1,62	–
3407		–	–	1,36	1,72	–
3408		–	–	1,30	1,74	–
3409		–	–	1,24	1,74	–
3412	0,3	–	1,30	–	–	1,80
3413		–	1,19	–	–	1,85
3404		–	–	1,50	1,60	–
3405		–	–	1,40	1,61	–
3406		–	–	1,33	1,62	–
3407		–	–	1,26	1,72	–
3408		–	–	1,20	1,74	–
3409		–	–	1,14	1,74	–
3413	0,27	–	1,15	–	–	1,85
3405		–	–	1,38	1,61	–
3406		–	–	1,27	1,62	–
3407		–	–	1,20	1,72	–
3408		–	–	1,14	1,74	–
3409		–	–	1,08	1,74	–

3. Магнитные свойства изотропной тонколистовой стали

Марка стали	Толщина, мм	$P_{1,5/50}$, Вт/кг, не более	B_{2500}, Тл, не менее	ΔB_{2500}, Тл, не более
2421	0,27	$P_{1/400} \leq 19,5$	1,47	0,16
2431	0,35	2,5	1,50	0,16
2412		2,7	1,50	
2411		3,0	1,50	
2414	0,5	2,7	1,49	0,16
2413		2,9	1,50	
2412		3,1	1,50	
2411		3,6	1,49	
2312		3,8	1,58	
2216		4,0	1,60	0,13
2215		4,5	1,64	
2214		4,8	1,62	
2213		5,0	1,65	
2212		5,0	1,60	
2211		5,5	1,56	
2112		6,0	1,62	
2111		7,0	1,60	
2013		6,5	1,65	
2012		7,0	1,62	
2011		8,0	1,60	

4. Магнитные свойства тончайшей ленты из анизотропной ЭТС

Марка стали	Толщина, мм	$P_{1,5/400}$	$P_{1/1000}$	H_c, А/м, не более	B, Тл, при H, А/м, не менее					
		Вт/кг, не более			40	80	200	400	1000	2500
3421	0,15	23	–	0,34	0,50	0,80	1,10	1,30	1,45	1,70
	0,08	22	–	0,36	0,40	0,75	1,10	1,25	1,45	1,70
	0,05	–	24	0,40	0,40	0,75	1,10	1,25	1,45	1,70
3422	0,15	20	–	0,32	0,60	0,95	1,25	1,40	1,55	1,75
	0,08	19	–	0,32	0,55	0,90	1,25	1,35	1,55	1,75
	0,05	–	24	–	0,55	0,90	1,25	1,35	1,55	1,75
3423	0,15	19	–	0,26	0,80	1,10	1,40	1,55	1,65	1,82
	0,08	17	–	0,28	0,80	1,05	1,40	1,50	1,65	1,82
	0,05	–	22	–	0,80	1,05	1,40	1,50	1,65	1,82
3424	0,15	18	–	–	0,80	1,10	1,40	1,55	1,65	1,82
	0,08	16	–	–	0,80	1,10	1,40	1,55	1,65	1,82
	0,05	–	22	–	0,80	1,10	1,40	1,55	1,65	1,82
3425	0,15	17	–	–	1,10	1,35	1,50	1,65	1,75	1,82
	0,08	15	–	–	1,05	1,30	1,50	1,65	1,75	1,82
	0,05	–	20	–	1,05	1,30	1,50	1,65	1,75	1,82

5. Значения магнитной индукции и проницаемости для релейных сталей

Марка стали	Толщина листа, мм	Коэрцитивная сила, H_c, А/м, не более	Максимальная магнитная проницаемость, μ, МГн/м	Магнитная индукция B, Тл, при напряженности магнитного поля H, А/м					
				500	1000	2500	5000	10000	30000
				не менее					
10895 20895 11895 21895	0,1-3,9	95,0	3,8	1,38	1,50	1,62	1,71	1,81	2,05
10880 20880 11880 21880	0,1-3,9	80,0	5,0						
10860 20860 11860 21860	0,1-3,9	60,0	5,6						
10848 20848 11848 21848	0,7-3,9	48,0	6,0						
10832 20832 11832 21832	0,7-3,9	32,0	6,3						

Механические свойства ЭТС существенно влияют на их способность к обработке (штамповке, обточке, прокатке) и на себестоимость изделия. Должен быть обеспечен определенный запас пластичности, чтобы предотвратить поломку пластин и лент магнитопроводов при вырезке, сборке и навивке. В табл. 6 и 7 приведены сведения о механических характеристиках и необходимом числе перегибов для листов и лент основных ЭТС.

6. Механические свойства[1] тонколистовых изотропных и анизотропных ЭТС

Марка стали	$\sigma_в$, Н/мм²	δ, %	HV при нагрузке 50 Н
Изотропные стали			
2011-2013	290-490	15-35	120-160
2111,2112	300-450	20-35	110-145
2211-2216	300-450	20-35	120-145
2312	330-470	20-35	120-160
2411-2414	370-600	15-30	140-210
Анизотропные стали			
3311	280 – 335 / 335 – 380	10 – 16 / 35 – 50	140-160
3411-3414	295 – 345 / 345 – 390	9 – 15 / 30 – 50	145-170
3404-3406	295 – 345 / 345 – 390	9 – 15 / 30 – 50	145-175
3407-3409	290 – 340 / 360 – 395	10 – 14 / 40 – 50	145-175

[1] В числителе - вдоль прокатки, в знаменателе - поперек прокатки.

7. Число перегибов (не менее)[1] тонких листов и лент из ЭТС

Анизотропные стали		Изотропные стали				Анизотропная тончайшая лента[2]	
Толщина, мм	Число перегибов	Марка стали	Число перегибов при толщине, мм			Толщина, мм	Число перегибов
			0,27	0,35	0,50		
0,27	4(1)	2111, 2112	–	–	10(3)	0,05	5(2)
0,30	4(1)	2211, 2212	–	–	10(2)	0,08	5(2)
0,35	3(1)	2311, 2312	–	–	7(2)	0,15	5(2)
0,50	2(1)	2411-2413	–	3(2)	3(1)	–	–
0,80	(1)	2421	3(1)	–	–	–	–

[1] В скобках – минимальное число для каждого образца.
[2] Из ЭТС марок 3421-3425.
Примечание: Число перегибов - среднее арифметическое на основе испытаний четырех образцов.

Отметим, что для каждой группы анизотропных сталей требуемое число перегибов зависит лишь от толщины листа.

Что касается релейных сталей, то они должны иметь при испытаниях на растяжение $\sigma_в \geq 270$ Н/мм², $\delta \geq 24$ %, $\psi \geq 60$ %, а твердость НВ ≤ 131.

8. ЗАРУБЕЖНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, БЛИЗКИЕ ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ К ОТЕЧЕСТВЕННЫМ

Марка	Страна	НД
08кп	Россия	ГОСТ
1 HR, 2 HR, 3 HR	Великобритания	B.S.
DD 13 // StW 24	Германия	DIN; EN
DC 04 G1 // USt4	Германия	DIN
A 622 (1008)	США	ASTM
3C	Франция	AFNOR NF
SPHE	Япония	JIS
08	Россия	ГОСТ
040 A 10; 045 M 10	Великобритания	B.S.
St 12	Германия	DIN
1008	США	ASTM
G 010100 (1010)	США	UNS
C 10 RR	Франция	AFNOR NF
1146	Швеция	MNC
SWR 1	Япония	JIS
2 C 10	Евронормы	EN
10кп	Россия	ГОСТ
3 HR	Великобритания	B.S.
UStW 23 (DD 12 G1)	Германия	DIN
1010	США	ASTM
2 C	Франция	AFNOR NF
SPHE	Япония	JIS
10	Россия	ГОСТ
040 A 10; 10 HS; 10 CS	Великобритания	B.S.
C 10	Германия	DIN
C 1010	США	AISI
M 1012	США	ASTM
XC10	Франция	AFNOR NF
1265 killed	Швеция	SS
S 10 C	Япония	JIS
2 C 10	Евронормы	EN
15кп	Россия	ГОСТ
14 HR	Великобритания	B.S.
DD 11 // StW22	Германия	DIN; EN
1015	США	ASTM
1 C	Франция	AFNOR NF
SPH 2 A	Япония	JIS

Продолжение табл.

Марка	Страна	НД
15	Россия	ГОСТ
040 A 15	Великобритания	B.S.
2	Великобритания	EN
C 15	Германия	DIN
M 1015	США	ASTM
XC 18	Франция	AFNOR NF
S 15 C	Япония	JIS
2 C 15	Евронормы	EN
20кп	Россия	ГОСТ
1020; 1023	США	ASTM
20	Россия	ГОСТ
050 A 20	Великобритания	B.S.
C 22	Великобригания	B.S.; EN
St 35	Германия	DIN
C 22	Германия	DIN, EN
C 1020	США	AISI
G 10200 (1020)	США	UNS
AF 42; XC 18	Франция	AFNOR NF
STKM 12 A-S	Япония	JIS
C 22 E	Евронормы	EN
C 22	Евронормы	EN
25	Россия	ГОСТ
4 A	Великобритания	EN
C 25 E	Великобритания	B.S.; EN
C 25	Германия	DIN
M 1025	США	ASTM
XC 25	Франция	AFNOR NF
1450	Швеция	SIS
S 25 C	Япония	JIS
C 25 E	Евронормы	EN
30	Россия	ГОСТ
5	Великобритания	EN
C 30	Германия	DIN
1030 (C 1030)	США	ASTM
XC 32	Франция	AFNOR NF
S 30 C	Япония	JIS

Продолжение табл.

Марка	Страна	НД
35	Россия	ГОСТ
3	Великобритания	CEW
40 HS	Великобритания	B.S.
C 35	Великобритания	B.S.; EN
C 35 (C 35 k)	Германия	DIN.; EN
G 10350 (1035)	США	UNS
C 35	Франция	AFNOR NF
1572	Швеция	SS
S 35 C	Япония	JIS
C 36; C 35	Евронормы	EN
40	Россия	ГОСТ
080 M 40	Великобритания	B.S.
C 40 E	Великобритания	B.S.; EN
C 40 E // Ck 40	Германия	DIN.; EN
G 10400 (1040)	США	UNS
C 40 E (2 C 40)	Франция	AFNOR NF
1555	Швеция	SIS
S 40 C	Япония	JIS
C 40 E	Евронормы	EN
45	Россия	ГОСТ
080 M 46	Великобритания	B.S.
C 45 E	Великобритания	B.S.; EN
C 45	Германия	DIN; EN
Gq 45	Германия	DIN
M 1044	США	ASTM
C 45	Франция	AFNOR NF
1672	Швеция	SS
S 45 C	Япония	JIS
C 46; C 45	Евронормы	EN
50	Россия	ГОСТ
060 A 52; 080 M 50; C 50 E	Великобритания	B.S.
C 50 E // Ck 50	Германия	DIN; EN
G 10500 (1050)	США	UNS
C 50 E (2 C 50)	Франция	AFNOR NF
1674	Швеция	SS
S 50 C	Япония	JIS
C 53; C 50 E	Евронормы	EN

Продолжение табл.

Марка	Страна	НД
55	Россия	ГОСТ
080 A 52	Великобритания	B.S.
C 55 E	Великобритания	B.S.; EN
1214	Германия	DIN
C 55	Германия	DIN; EN
G 10550 (1055)	США	UNS
XC 55; C 55 E (2 C 55)	Франция	AFNOR NF
1655 killed	Швеция	SS
S 55 C	Япония	JIS
C 55 E	Евронормы	EN
C 55	Евронормы	EN
60	Россия	ГОСТ
60 HS; 60 CS	Великобритания	B.S.
Ck 60 N	Германия	DIN
C 60	Германия	DIN; EN
C 1060	США	AISI
1059	США	ASTM
1655	Швеция	SIS
SWR ?; S 60 C-CSP	Япония	JIS
2 CS 60; C 60 E	Евронормы	EN
75	Россия	ГОСТ
070 A 72; 80 HS	Великобритания	B.S.
C 75	Германия	DIN
C 76 D // D 75-2	Германия	DIN; EN
G 10800 (1080); G 10740 (1074)	США	UNS
C 75	Франция	AFNOR NF
1778	Швеция	SS
2 CD 75; C 76 D	Евронормы	EN
85	Россия	ГОСТ
80 HS	Великобритания	B.S.
C 86 D // D 85-2	Германия	DIN; EN
A 68	США	ASTM
G 10860 (1086)	США	UNS
XC 90	Франция	AFNOR NF
SUP 3	Япония	JIS
2 CD 85; C 86 D	Евронормы	EN

Продолжение табл.

Марка	Страна	НД
15К	Россия	ГОСТ
Н1; Н2	Германия	DIN
16К	Россия	ГОСТ
154-400; 161-400	Великобритания	B.S.
P 265 GH // H II	Германия	DIN; EN
K 01701; K 02401	США	UNS
A 42 CP; A 42 AP	Франция	AFNOR NF
1430	Швеция	SS
SPV 235 (SPV 24); SG 295 (SG 30)	Япония	JIS
P 265 GH	Евронормы	EN
18К	Россия	ГОСТ
151-430; 223-460	Великобритания	B.S.
H III (P 285 NH)	Германия	DIN
K 02704; K 02800	США	UNS
SG 325 (SG 33)	Япония	JIS
20К	Россия	ГОСТ
151-400; 164-360	Великобритания	B.S.
H3; H4	Германия	DIN
K 01701; K 02401	США	UNS
A 42 CP; A 42 AP	Франция	AFNORNF
1430	Швеция	SS
SPV 235 (SPV 24); SPV 315 (SPV 32)	Япония	JIS
А12	Россия	ГОСТ
10 S 20; 15 S 20	Германия	DIN
1212; B 1112	США	ASTM
SUM 21	Япония	JIS
А30	Россия	ГОСТ
35 S 20	Германия	DIN
1126	США	SAE
35 MF 4	Франция	AFNOR NF
SUM 4	Япония	JIS
А40Г	Россия	ГОСТ
C 1144	США	AISI
SUM 42	Япония	JIS

Продолжение табл.

Марка	Страна	НД
09Г2	Россия	ГОСТ
68 F 62 H5	Великобритания	B.S.
10Г2	Россия	ГОСТ
201	Великобритания	B.S.
1513	США	ASTM
17ГС	Россия	ГОСТ
50/35 HR; 50/35 HS	Великобритания	B.S.
S 355 J2 G3 // St 52-3	Германия	DIN; EN
STKM 18 C	Япония	JIS
S 355 J0; S 355 J2G3	Евронормы	EN
17Г1С	Россия	ГОСТ
50/35 HR; 50/35 HS	Великобритания	B.S.
St 52-3 G (S 355 J2 G3 + CR)	Германия	DIN
E 36-3	Франция	AFNOR NF
SM 490 A (SM 50 A)	Япония	JIS
S 355 J0; S 355 J2G3	Евронормы	EN
18Г2АФпс	Россия	ГОСТ
55 F	Великобритания	B.S.
StE 355	Германия	DIN
K 02900	США	UNS
P 460 N	Франция	AFNOR NF
2143	Швеция	SS
SM 520 B (SM 53 B); SM 520 C (SM 53 C)	Япония	JIS
FeE 460 KG; FeE 460 KW	Евронормы	EN
15Х	Россия	ГОСТ
523 M 15	Великобритания	B.S.
15 Cr 3 (7015); 17 Cr 3	Германия	DIN
G 51150 (5115); G 61180	США	UNS
15 Cr 2 RR	Франция	AFNOR NF
SCr 415 H	Япония	JIS
15 Cr 2	Евронормы	EN

Продолжение табл.

Марка	Страна	НД
20Х	Россия	ГОСТ
207	Великобритания	B.S.
20 CrS 4	Германия	DIN
5120	США	ASTM
SCr 420 H	Япония	JIS
30Х	**Россия**	ГОСТ
530 A 30	Великобритания	B.S.
28 Cr 4	Германия	DIN; EN
G 51300 (5130)	США	UNS
28 C 4	Франция	AFNOR NF
SCr 430 H	Япония	JIS
35Х	Россия	ГОСТ
530 M 32	Великобритания	B.S.
18 C	Великобритания	EN
34 Cr 4	Германия	DIN; EN
34 CrS 4	Германия	DIN
5135	США	ASTM
H 51320 (5132 H)	США	UNS
34 Cr 4	Франция	AFNOR NF
SCr 430 H	Япония	JIS
34 Cr 4	Евронормы	EN
38ХА	**Россия**	ГОСТ
37 Cr 4; 41Cr 4	Германия	DIN
5140 H	США	ASTM
38 C 4	Франция	AFNOR NF
SCr 3; SCr 4	Япония	JIS
40Х	Россия	ГОСТ
530 A 36; 530 M 40	Великобритания	B.S.
37 Cr 4; 41Cr 4	Германия	DIN; EN
G 51400 (5140); H 51320; H 51400 (5140 H)	США	UNS
38 C 4; 42 C 4	Франция	AFNOR NF
SCr 435; SCr 440	Япония	JIS
37 Cr 4; 41 Cr 4	Евронормы	EN
45Х	Россия	ГОСТ
5145	США	ASTM
45 C 4	Франция	AFNOR NF
SCr 445 (SCr 5)	Япония	JIS
50Х	Россия	ГОСТ
5150; 5147; 5152	США	ASTM

Продолжение табл.

Марка	Страна	НД
15Г	Россия	ГОСТ
2 S 14	Великобритания	B.S.
C 14 // 15 Mn 3	Германия	DIN
1016	США	ASTM
2110	Швеция	SIS
20Г	Россия	ГОСТ
3	Великобритания	EN
1021; 1022	США	ASTM
30Г	Россия	ГОСТ
150 M 19; 150 M 28	Великобритания	B.S.
30 Mn 4	Германия	DIN
28 Mn 6	Германия	DIN; EN
1030	США	ASTM
G 10330	США	UNS
20 M 5	Франция	AFNOR NF
SCMn 1	Япония	JIS
28 Mn 6	Евронормы	EN
40Г	Россия	ГОСТ
150 M 36	Великобритания	B.S.
40 Mn 4	Германия	DIN
G 10350 (1035)	США	UNS
1040	США	ASTM
45Г	Россия	ГОСТ
1040	США	ASTM
50Г	Россия	ГОСТ
1050	США	ASTM
STH 67	Япония	JIS
35Г2	Россия	ГОСТ
150 M 36	Великобритания	B.S.
35 Mn 5	Германия	DIN
1135	США	ASTM
H 13350	США	UNS
35 M 5	Франция	AFNOR NF
2120	Швеция	SS
SMn 438	Япония	JIS
40Г2	Россия	ГОСТ
1541	США	ASTM
SMn 438 (SMn 2)	Япония	JIS

Продолжение табл.

Марка	Страна	НД
45Г2	Россия	ГОСТ
46 Mn 7	Германия	DIN
45 Mn 2	Китай	GB
1144	США	ASTM
H 13450 (1345 H)	США	UNS
SMn 443 (SMn 3)	Япония	JIS
50Г2	Россия	ГОСТ
50 Mn 7	Германия	DIN
1552	США	ASTM
18ХГТ	Россия	ГОСТ
20 MnCr 5 G	Германия	DIN
30ХГТ	Россия	ГОСТ
30 MnCrTi	Германия	DIN
25ХГМ	Россия	ГОСТ
20 CrMo 5	Германия	DIN
15ХФ	Россия	ГОСТ
6117	США	ASTM/SAE
30ХМ, 30ХМА	Россия	ГОСТ
25 CrMo 4	Великобритания	B.S.; EN
25 CrMo 4	Германия	DIN; EN
G 41300 (4130; 1206)	США	UNS
25 CrMo 4	Франция	AFNOR; EN
SCM 420	Япония	JIS
25 CrMo 4	Евронормы	EN
35ХМ	Россия	ГОСТ
34 CrMo 4	Великобритания	B.S.; EN
34 CrMo 4	Германия	DIN; EN
G 41370 (4137)	США	UNS
4135 H	США	ASTM
34 CD 4	Франция	AFNOR NF
2234	Швеция	SS
SCM 435 H	Япония	JIS
34 CrMo 4 KD	Евронормы	EN

Продолжение табл.

Марка	Страна	НД
40ХФА	Россия	ГОСТ
42 CrMo 4 (708 M 40)	Великобритания	B.S.; EN
41 CrMo 4	Германия	DIN
G 41400 (4140)	США	UNS
42 CD 4 TS	Франция	AFNOR NF
2244	Швеция	SS
SCM 440	Япония	JIS
41 CrMo 4	Евронормы	EN
30Х3МФ	Россия	ГОСТ
30 CrMoV 9	Германия	DIN
20ХН	Россия	ГОСТ
3120	США	SAE
2510	Швеция	SIS
40ХН	Россия	ГОСТ
40 NiCr 6	Германия	DIN
3140 H	США	AISI/SAE
G 31400 (3140)	США	UNS
2530	Швеция	SIS
SNC 236 (SNC 1)	Япония	JIS
45ХН	Россия	ГОСТ
3145	США	AISI
12ХН2	Россия	ГОСТ
15 CrNi 6	Германия	DIN
16 NC 6	Франция	AFNOR NF
2511	Швеция	SIS
12ХН3А	Россия	ГОСТ
14 NiCr 10 (5732)	Германия	DIN
10 NC 11	Франция	AFNOR NF
SNC 815 H	Япония	JIS
20ХН3А	Россия	ГОСТ
20 NC 11	Франция	AFNOR NF
2515	Швеция	SIS
30ХН3А	Россия	ГОСТ
30 NiCr 14	Германия	DIN
30 NC 11	Франция	AFNOR NF
SNC 631 (SNC 2)	Япония	JIS
12Х2Н4А	Россия	ГОСТ
3310 H	США	AISI/SAE

Продолжение табл.

Марка	Страна	НД
20Х2Н4А	Россия	ГОСТ
3316 H	США	AISI/SAE
34ХН1М, 34ХН1МА	Россия	ГОСТ
2541	Швеция	SIS
30 ХН2МА	Россия	ГОСТ
SNCM 431	Япония	JIS
38ХН3МА	Россия	ГОСТ
SNC 28	Япония	JIS
38Х2Н2МА (38ХНМА)	Россия	ГОСТ
34 CrNiMo 6	Великобритания	B.S.; EN
34 CrNiMo 6	Германия	DIN; EN
G 43400 (4340)	США	UNS
34 CrNiMo 6	Франция	AFNOR; EN
SNCM 447	Япония	JIS
34 CrNiMo 6	Евронормы	EN
14Х2Н3МА	Россия	ГОСТ
9310 H	США	SAE
40ХН2МА (40ХНМА)	Россия	ГОСТ
36 CrNiMo 4 (817M 37)	Великобритания	B.S.; EN
36 CrNiMo 4 (6511)	Германия	DIN; EN
G 43400 (4340)	США	UNS
36 CrNiMo 4	Франция	AFNOR; EN
SNCM 439 (SNCM 8)	Япония	JIS
40 NiCrMo 4 KD	Евронормы	EN
40Х2Н2МА (40Х1НВА)	Россия	ГОСТ
817 A 37	Великобритания	B.S.
40 NiCrMo 6	Германия	DIN
G 43400 (4340)	США	UNS
SNCM 439	Япония	JIS
18Х2Н4МА	Россия	ГОСТ
(G) X 19 NiCrMo 4	Германия	DIN
SNCM 815	Япония	JIS
38ХН3МФА	Россия	ГОСТ
34 NiCrMoV 14 5	Германия	DIN

Продолжение табл.

Марка	Страна	НД
38Х2МЮА (38ХМЮА)	Россия	ГОСТ
905 M 39	Великобритания	B.S.
41 CrAlMo 7	Германия	DIN
J 24056	США	UNS
40 CAD 6.12	Франция	AFNOR NF
2940	Швеция	SS
SACM 645	Япония	JIS
41 CrAlMo 7	Евронормы	EN
12МХ	Россия	ГОСТ
620-440	Великобритания	B.S.
13 CrMo 4-5	Великобритания	B.S.; EN
13 CrMo 4-5 // 13 CrMo 4 4	Германия	DIN; EN
11562 (A 182-F12); 11564 (A 182-F12)	США	UNS
13 CrMo 4-5; 15 CD 3.5	Франция	AFNOR; EN
2216	Швеция	SS
STPA 20; STPA 22	Япония	JIS
13 CrMo 4-5	Евронормы	EN
15ХМ	Россия	ГОСТ
620-440; 620-540	Великобритания	B.S.
13 CrMo 4-5	Великобритания	B.S.; EN
15 CrMo 5	Германия	DIN
15 CrMo	Китай	GB
K 11564 (A 182-F12); K 11789	США	UNS
13 CrMo 4-5	Франция	AFNOR; EN
2216	Швеция	SS
SFVA F 12; SCM 415	Япония	JIS
13 CrMo 4-5	Евронормы	EN
20ХМ	Россия	ГОСТ
25 CrMo 4	Великобритания	B.S.; EN
GS-25 CrMo 4 (G 25 CrMo 4)	Германия	DIN
25 CrMo 4	Италия	UNI; EN
ML30CrMo A	Китай	GB
H 41300	США	UNS
25 CrMo 4	Франция	AFNOR; EN
2225	Швеция	SS
SCM 420 H	Япония	JIS
25 CrMo 4	Евронормы	EN
25Х1МФ (ЭИ 10)	Россия	ГОСТ
24 CrMoV 5 5	Германия	DIN
25Х2М1Ф (ЭИ 723)	Россия	ГОСТ
24 CrMoV 5 5	Германия	DIN

Продолжение табл.

Марка	Страна	НД
15Х5М (12Х5МА, Х5М)	Россия	ГОСТ
502	США	AISI
Z 20 CD 5	Франция	AFNOR NF
STC 48	Япония	JIS
65Г	Россия	ГОСТ
Ck 67	Германия	DIN
1566	США	ASTM
50ХФА	Россия	ГОСТ
51 CrV 4	Великобритания	B.S.; EN
51 CrV 4 // 50 CrV 4	Германия	DIN; EN
G 41500 (4150)	США	UNS
50 CrMo 4; 51 CrV 4	Франция	AFNOR; EN
2230	Швеция	SS
SCM 445 H	Япония	JIS
50 CrV 4; 51 CrV 4	Евронормы	EN
55С2	Россия	ГОСТ
251 A 58	Великобритания	B.S.
55 Si 7	Германия	DIN
G 92550 (9255)	США	UNS
55 S 7	Франция	AFNOR NF
2085	Швеция	SS
SUP 7	Япония	JIS
55 Si	Евронормы	EN
60С2	Россия	ГОСТ
251 A 60	Великобритания	B.S.
60 Si 7	Германия	DIN
G 92600 (9260)	США	UNS
60 S 7	Франция	AFNOR NF
SUP 6	Япония	JIS
60 Si 7	Евронормы	EN
60С2А	Россия	ГОСТ
65 Si 7	Германия	DIN
9260	США	ASTM
SUP 6	Япония	JIS
65С2ВА	Россия	ГОСТ
45 SCD 6	Франция	AFNOR NF
70С2ХА	Россия	ГОСТ
71 Si 7	Германия	DIN

Продолжение табл.

Марка	Страна	НД
ШХ15	Россия	ГОСТ
100 Cr 6 (3505)	Германия	DIN; LW
J 19965 (52100)	США	UNS
100 C 6	Франция	AFNOR NF
2258	Швеция	SS
SUJ 4	Япония	JIS
100 Cr 6	Евронормы	EN
ШХ15СГ	Россия	ГОСТ
100 CrMn 6 (3520)	Германия	DIN
K 19195	США	UNS
100 CrMn 6 (100 CM 6)	Франция	AFNOR NF
100 CrMn 6	Евронормы	EN
95Х18 (9Х18, ЭИ 229)	Россия	ГОСТ
X 102 CrMo 17	Германия	DIN
440 B	США	ASTM
X 105 CrMo 17 (Z 100 CD 17)	Франция	AFNOR NF
SUS 440 C	Япония	JIS
X 102 CrMo 17	Евронормы	EN
08Х13 (0Х13, ЭИ 496)	Россия	ГОСТ
403 S 17	Великобритания	B.S.
X 6 Cr 13	Германия	DIN; EN
S 40300 (403)	США	UNS
Z 6 C 13	Франция	AFNOR NF
2301	Швеция	SS
SUS 403	Япония	JIS
X 6 Cr 13	Евронормы	EN
20Х13 (2Х13)	Россия	ГОСТ
420 S 37	Великобритания	B.S.
X 20 Cr 13	Германия	DIN; EN
S 42000 (420)	США	UNS
X 20 Cr 13	Франция	AFNOR NF
2303	Швеция	SS
SUS 420J1	Япония	JIS
X 20 Cr 13	Евронормы	EN
30Х13 (3Х13)	Россия	ГОСТ
420 S 45	Великобритания	B.S.
X 30 Cr 13	Германия	DIN; EN
S 42020 (420 F)	США	UNS
Z 30 C 13	Франция	AFNOR NF
2304	Швеция	SS
SUS 420J2	Япония	JIS
X 30 Cr 13	Евронормы	EN

Продолжение табл.

Марка	Страна	НД
40Х13 (4Х13)	Россия	ГОСТ
420 S 45	Великобритания	B.S.
X 38 Cr 13 (X 39 Cr13)	Германия	DIN; EN
420	США	AISI
Z 40 C 13	Франция	AFNOR NF
2304	Швеция	SS
SUS 420J2	Япония	JIS
X 40 Cr 13	Евронормы	EN
08Х17Т (0Х17Т, ЭИ 645)	Россия	ГОСТ
X 6 Cr Ti 17	Германия	DIN; EN
S 43036 (430 Ti)	США	UNS
Z 8 CT 17	Франция	AFNOR NF
SUS 430LX	Япония	JIS
X 5 CrTi 17	Евронормы	EN
12Х17 (Х17, ЭЖ 17)	Россия	ГОСТ
430 S 17	Великобритания	B.S.
X 6 Cr 17	Германия	DIN
S 43000 (430)	США	UNS
Z 8 C 17	Франция	AFNOR NF
SUS 430	Япония	JIS
X 6 Cr 17	Евронормы	EN
14Х17Н2 (1Х17Н2, ЭИ 268)	Россия	ГОСТ
431/51431	США	AISI/SAE
Z 10 CN 17	Франция	AFNOR NF
SUS 44	Япония	JIS
10Х17Н13М2Т (Х17Н13М2Т, ЭИ 448)	Россия	ГОСТ
320 S 18	Великобритания	B.S.
X 6 CrNiMoTi 17-12-2 (4571)	Германия	DIN; EN
S 31635 (316 Ti)	США	UNS
Z 6 CNDT 17.13	Франция	AFNOR NF
2350	Швеция	SS
SUS 316T1	Япония	JIS
X 6 CrNiMoT1 17 12 2	Евронормы	EN
10Х17Н13М3Т (Х17Н13М3Т, ЭИ 432)	Россия	ГОСТ
320 S 33	Великобритания	B.S.
X 10 CrNiMoTi 18 12	Германия	DIN
S 31635 (316 Ti)	США	UNS
SUS 316T1	Япония	JIS

Продолжение табл.

Марка	Страна	НД
12Х18Н9 (Х18Н9)	Россия	ГОСТ
302 S 26	Великобритания	B.S.
X 12 CrNi 18 8	Германия	SIS
S 30200 (302; 30302)	США	UNS
Z 10 CN 18.09	Франция	AFNOR NF
2331	Швеция	SS
SUS 302	Япония	JIS
12Х18Н9Т(Х18Н9Т)	Россия	ГОСТ
1631 B. TI	Великобритания	B.S.
17Х18Н9 (2Х18Н9)	Россия	ГОСТ
STC 52 C	Япония	JIS
S 30200 (302; 30302)	США	UNS
SUS 302	Япония	JIS
08Х18Н10 (0Х18Н10)	Россия	ГОСТ
304 S 15	Великобритания	B.S.
X 5 CrNi 18 10 (X 4 CrNi 18-10)	Германия	DIN; EN
S 30400 (304)	США	UNS
Z 7 CN 18-09	Франция	AFNOR NF
2333	Швеция	SS
SUS 304	Япония	JIS
X 6 CrNi 18 10	Евронормы	EN
08Х18Н10Т (0Х18Н10Т, ЭИ 914)	Россия	ГОСТ
321 S 31	Великобритания	B.S.
X 6 CrNiTi 18-10 S	Германия	DIN; EN
S 32100 (321)	США	UNS
Z 6 CN 18-10	Франция	AFNOR NF
2337	Швеция	SS
SUS 321	Япония	JIS
X 6 CrNiTi 18-10	Евронормы	EN
12Х18Н10Т	Россия	ГОСТ
321 S 31	Великобритания	B.S.
X 12 CrNiTi 18-9	Германия	DIN; SEW
Z 10 CNT 18-10	Франция	AFNOR NF
2337	Швеция	SS
SUS 321	Япония	JIS
X 10 CrNiTi 18-10	Евронормы	EN
40Х9С2 (4Х9С2, ЭСХ 8)	Россия	ГОСТ
401 S 45	Великобритания	B.S.
G-X 45 CrSi 93	Германия	DIN
S 65007 (HNV 3)	США	UNS
Z 45 CS 9	Франция	AFNOR NF
SUH 1	Япония	JIS
X 45 CrSi 8	Евронормы	EN

Продолжение табл.

Марка	Страна	НД
40Х10С2М (4Х10С2М, ЭИ 107)	Россия	ГОСТ
X 40 CrSiMo 10-2	Германия	DIN
Z 40 CSD 10	Франция	AFNOR NF
SUH 3	Япония	JIS
X 40 CrSiMo 10	Евронормы	EN
20Х20Н14С2 (Х20Н14С2, ЭИ 211)	Россия	ГОСТ
309 S 24	Великобритания	B.S.
S 30900 (3023)	США	UNS
Z 17 CNS 20-12	Франция	AFNOR NF
SUH 309	Япония	JIS
X 15 CrNiSi 20-12	Евронормы	EN
20Х23Н13 (Х23Н13, ЭИ 319)	Россия	ГОСТ
309 / 30309	США	AISI/SAE
20Х23Н18 (Х23Н18, ЭИ 417)	Россия	ГОСТ
310 S 16	Великобритания	B.S.
S 31008 (310 S)	США	UNS
2361	Швеция	SS
SUS 310S	Япония	JIS
20Х25Н20С2 (Х25Н20С2, ЭИ 283)	Россия	ГОСТ
314 S 25	Великобритания	B.S.
X 15 CrNiSi 25-20	Германия	DIN; SEW
S 31400 (314)	США	UNS
Z 15 CNS 25-20	Франция	AFNOR NF
2376	Швеция	SS
SUH 310	Япония	JIS
X 15 CrNiSi 25-20	Евронормы	EN
08Х16Н13М2Б (ЭИ 405, ЭИ 680)	Россия	ГОСТ
318 S 17	Великобритания	B.S.
X 6 CrNiMoNb 17-12-2	Германия	DIN; EN
J 92971	США	UNS
Z 6 CNDNb 17.12	Франция	AFNOR NF
X 6 CrNiMoNb 17 12 2	Евронормы	EN
У7	Россия	ГОСТ
C 70 W 2	Германия	DIN
XC 65 COURANTS	Франция	AFNOR NF
SK 7	Япония	JIS
CT 70	Евронормы	EN

Продолжение табл.

Марка	Страна	НД
У7А	Россия	ГОСТ
C 70 U//C 70 W 1 (1520)	Германия	DIN
XC 65 FINS	Франция	AFNOR NF
CT 70	Евронормы	EN
У8	Россия	ГОСТ
BW 1 B	Великобритания	B.S.
C 80 W 2	Германия	DIN
W 1-0.8 C EXTRA	США	AISI/SAE
C 90 E2U (Y 90)	Франция	AFNOR NF
SK 5; SK 6; SKC 3	Япония	JIS
У8А	Россия	ГОСТ
C 80 W 1 (C 80 U)	Германия	DIN
W 1-0.8 C STAND	США	AISI/SAE
Y 80	Франция	AFNOR NF
SKU 4	Япония	JIS
CT 80	Евронормы	EN
У10	Россия	ГОСТ
1640; C 100 W2; MK 101	Германия	DIN
W 1-1.0 C EXTRA	США	AISI/SAE
Wl-9 / 0.5; W2-9 / 0.5	США	ASTM
XC 95 COURANTS	Франция	AFNOR NF
SK 3; SK 4	Япония	JIS
У10А	Россия	ГОСТ
1540; C 100 Wl; C 105 W 1 (C 105 U)	Германия	DIN
W 1-1.0 C	США	AISI/SAE
T 72301 (Wl 10)	США	UNS
XC 95 FINS	Франция	AFNOR NF
SK 3	Япония	JIS
CT 105	Евронормы	EN
1880	Швеция	SS
У12	Россия	ГОСТ
C 115 W2	Германия	DIN
W 1-1.2 C EXTRA	США	AISI/SAE
W 1-11/0.5	США	ASTM
SK 2	Япония	JIS

Продолжение табл.

Марка	Страна	НД
У12А	Россия	ГОСТ
C 115 W2	Германия	DIN
W 1-1.2 C SPEC	США	AISI/SAE
XC 120 FINS	Франция	AFNOR NF
1885	Швеция	SIS
9ХС	Россия	ГОСТ
150 Cr 14; 90 CrSi (2108)	Германия	DIN
ХВГ	Россия	ГОСТ
105 WCr 6	Германия	DIN
O 1	США	AISI
90 MCW 5; 105 WCr 5 (105 WC 13)	Франция	AFNOR NF
SKSA; SKS 3	Япония	JIS
107 WCR 5	Евронормы	EN
Х12	Россия	ГОСТ
BD 3	Великобритания	B.S.
2090; 210 Cr 46	Германия	DIN
T 30403 (D 3)	США	UNS
X 200 Cr 12 (Z 200 C 12)	Франция	AFNOR NF
SKD 1	Япония	JIS
X 210 Cr 12	Евронормы	EN
Х12МФ	Россия	ГОСТ
X 165 CrMoV 12	Германия	DIN
D 2	США	AISI
Z 160 CDV 12	Франция	AFNOR NF
SKD 11	Япония	JIS
Х12ВМФ	Россия	ГОСТ
X 210 CrV 12	Германия	DIN
D 4	США	AISI
Z 200 CW 13	Франция	AFNOR NF
SKD 2	Япония	JIS
5ХНМ	Россия	ГОСТ
BH 224/5	Великобритания	B.S.
55 NiCrMoV 6	Германия	DIN
T 61206 (L 6)	США	UNS
60 NSDV 06-02	Франция	AFNOR NF
SKT 4	Япония	JIS
55 NiCrMoV 7	Евронормы	EN

Продолжение табл.

Марка	Страна	НД
4Х5МФС	Россия	ГОСТ
BH 11	Великобритания	B.S.
X 38 CrMoV 5-1	Германия	DIN
H 13	США	AISI/SAE
X 38 CrMoV 5 (Z 38 CDV 5)	Франция	AFNOR NF
SKD 6	Япония	JIS
X 37 CrMoV 5-1	Евронормы	EN
3Х3М3Ф	Россия	ГОСТ
BH 10	Великобритания	B.S.
X 32 CrMoV 3 3 (32 CrMoV12-28)	Германия	DIN
T 20810 (H 10)	США	UNS
32 DCV 28	Франция	AFNOR NF
30 CrMoV 12 11	Евронормы	EN
4Х5МФ1С (ЭП 572)	Россия	ГОСТ
BH 13	Великобритания	B.S.
X 40 CrMoV 5-1	Германия	DIN
T 20813 (H 13)	США	UNS
X 40 CrMoV 5 (Z 40 CDV 5)	Франция	AFNOR NF
SKD 61	Япония	JIS
X 40 CrMoV 5 1 1	Евронормы	EN
9Х1 (9Х)	Россия	ГОСТ
85 Cr 1 (2004)	Германия	DIN
9Х1Ф (90ХФ)	Россия	ГОСТ
80 CrV 2	Германия	DIN
80 CDV 02	Франция	AFNOR NF
SKS 95	Япония	JIS
50ХН	Россия	ГОСТ
3150	США	AISI /SAE
11Р3АМ3Ф2	Россия	ГОСТ
S 3-3-2 (HS 3-3-2); (ABC III)	Германия	DIN
Р6М5	Россия	ГОСТ
BM 2	Великобритания	B.S.
S 6-5-2 (HS 6-5-2); (DMo5)	Германия	DIN
T 11302	США	UNS
HS 6-5-2 (Z85WDCV 06-05-04-02)	Франция	AFNOR NF
SKH 51	Япония	JIS
HS 6-5-2	Евронормы	EN

Продолжение табл.

Марка	Страна	НД
Р6М5К5	Россия	ГОСТ
BM 35	Великобритания	B.S.
S 6-5-2-5 (HS 6-5-2-5) (EMo5Co5)	Германия	DIN
HS 6-5-2-5 (Z 85 WDKCV ...)	Франция	AFNOR NT
SKH 55	Япония	JIS
HS 6-5-2-5	Евронормы	EN
Р18	Россия	ГОСТ
BT 1	Великобритания	B.S.
X 74 WV 19; X75 WCrV 18 4 1	Германия	DIN
T1	США	ASTM
HS 18-0-1 (Z 80 WCV 18-04-01)	Франция	AFNOR NF
SKH 2	Япония	JIS
HS 18-0-1	Евронормы	EN
15Л	Россия	ГОСТ
GS-38	Германия	DIN
SC 360	Япония	JIS
20Л	Россия	ГОСТ
GS-C25	Германия	DIN
SCPH 1	Япония	JIS
A 420C-M	Франция	AFNOR NF
Grade U 415-205; 1A; Grade WCA	США	ASTM
25Л	Россия	ГОСТ
GS-45.3; GS-45	Германия	DIN
SC 410	Япония	JIS
230-400-M(3); FA-M	Франция	AFNOR NF
Grade 450-240; A 10	США	ASTM
30Л	Россия	ГОСТ
SC 450	Япония	JIS
Grade 485-250; Grade WCB; LCB	США	ASTM

Продолжение табл.

Марка	Страна	НД
35Л	Россия	ГОСТ
GS-52	Германия	DIN
SC 480	Япония	JIS
280-480 M (3)	Франция	AFNOR NF
1	США	ASTM
40Л	Россия	ГОСТ
SCC3	Япония	JIS
3A	США	ASTM
50Л	Россия	ГОСТ
GS-60	Германия	DIN
SCC5A	Япония	JIS
370-650-M(3)	Франция	AFNOR NF
4A	США	ASTM
20ГЛ	Россия	ГОСТ
GS-20 Mn 5 (G 20 Mn 5)	Германия	DIN
35ГЛ	Россия	ГОСТ
150 M 36	Великобритания	B.S.
36 Mn 5	Германии	DIN
GS-36 Mn 5 (G 36 Mn 5)	Германия	DIN; SEW
G 15410; G 13350 (1335); H 13350	США	UNS
35 M 5; 40 M 5	Франция	AFNOR NF
SMn 438; SCMn 3	Япония	JIS
20ГСЛ	Россия	ГОСТ
20 Mn 5	Германия	DIN; SEW
G 10220 (1022); G 15220; G 15180 (1518)	США	UNS
20 M 5	Франция	AFNOR NF
SMnC 420	Япония	JIS

Продолжение табл.

Марка	Страна	НД
30ГСЛ	Россия	ГОСТ
120 M 36; 150 M 28; A 5; A 6	Великобритания	B.S.
30 Mn 5	Германия	DIN
G 13300 (1330)	США	UNS
1036	США	AISI/SAE
35 M 5	Франция	AFNOR NF
SMn 433 H; SCMn2	Япония	JIS
20ХМЛ	Россия	ГОСТ
GS-17CrMo55	Германия	DIN
SCPH 21	Япония	JIS
18CD2.05-M	Франция	AFNOR NF
5	США	ASTM
35ХМЛ	Россия	ГОСТ
708 A 37	Великобритания	B.S.
34 CrMo 4	Великобритания	B.S.; EN
34 CrMo 4	Германия	DIN; EN
J 13048; G 41370 (4137); G 41350 (4135)	США	UNS
34 CD 4; 35 CD 4; 34 CrMo 4	Франция	AFNOR NF
SCM 432; SCM 435; SCCrM 3	Япония	JIS
34 CrMo 4	Евронормы	EN
35ХГСЛ	Россия	ГОСТ
SCMnCr 3	Япония	JIS
30ХНМЛ	Россия	ГОСТ
30 NCD8-M	Франция	AFNOR NF
10-A	США	ASTM

Продолжение табл.

Марка	Страна	НД
110Г13Л	Россия	ГОСТ
X 120 Mn 12	Германия	DIN
J 91109 (A 128 A); J 91129	США	UNS
Z 120 M 12	Франция	AFNOR NF
SCMnH 1; SCMnH 11	Япония	JIS
110Г13Х2БРЛ	Россия	ГОСТ
1.3401 (X120Mn12)	Германия	DIN
20Х13Л	Россия	ГОСТ
420 C 24; 420 C 29	Великобритания	B.S.
GX 20 Cr 14	Германия	DIN
Z 20 C 13 M	Франция	AFNOR NF
SCS 2	Япония	JIS
08Х14НДЛ	Россия	ГОСТ
J 91171	США	UNS
08Х15Н4ДМЛ	Россия	ГОСТ
J 92180	США	UNS
G-X4CrNiCuNb 16 4	Германия	DIN
40Х24Н12СЛ (ЭИ 316Л)	Россия	ГОСТ
309 C 30	Великобритания	B.S.
GX 40 CrNiSi 25-12	Германия	DIN
J 93503	США	UNS
SCS 17	Япония	JIS
20ХМФЛ	Россия	ГОСТ
GS-17 CrMoV5 11	Германия	DIN
SCPH23	Япония	JIS

9. ПЕРЕВОД ТВЕРДОСТИ ПО БРИНЕЛЛЮ, РОКВЕЛЛУ, ВИККЕРСУ И ШОРУ

d_{10}, мм	По Бринеллю HB	По Роквеллу			По Виккерсу HV	По Шору HSD
		HRA	HRC	HRB		
2,30	712	85,1	66,4		1016	98,3
2,31	706	84,9	66,0		999	97,8
2,32	700	84,7	65,7		983	97,4
2,33	694	84,5	65,3		967	96,9
2,34	688	84,3	65,0		951	96,3
2,35	682	84,1	64,6		936	95,8
2,36	676	83,9	64,3		922	95,3
2,37	670	83,6	63,9		907	94,7
2,38	665	83,4	63,6		893	94,1
2,39	659	83,2	63,2		880	93,5
2,40	653	83,0	62,9		866	92,9
2,41	648	82,8	62,5		853	92,3
2,42	643	82,6	62,1		841	91,7
2,43	637	82,4	61,8		828	91,1
2,44	632	82,2	61,4		816	90,4
2,45	627	82,0	61,1		804	89,8
2,46	621	81,8	60,7		793	89,1
2,47	616	81,6	60,4		782	88,5
2,48	611	81,4	60,0		771	87,8
2,49	606	81,3	59,7		760	87,2
2,50	601	81,1	59,3		750	86,5
2,51	597	80,9	59,0		739	85,9
2,52	592	80,7	58,6		730	85,2
2,53	587	80,5	58,3		720	84,5
2,54	582	80,3	57,9		710	83,9
2,55	578	80,1	57,6		701	83,2
2,56	573	79,9	57,2		692	82,6
2,57	569	79,7	56,9		683	81,9
2,58	564	79,6	56,5		675	81,3
2,59	560	79,4	56,2		666	80,6
2,60	555	79,2	55,8		658	80,0
2,61	551	79,0	55,5		650	79,3
2,62	547	78,8	55,1		643	78,7
2,63	542	78,6	54,8		635	78,0
2,64	538	78,5	54,5		627	77,4
2,65	534	78,3	54,1		620	76,8
2,66	530	78,1	53,8		613	76,2
2,67	526	77,9	53,5		606	75,6
2,68	522	77,7	53,1		599	74,9
2,69	518	77,6	52,8		593	74,3
2,70	514	77,4	52,5		586	73,7
2,71	510	77,2	52,2		580	73,2

Продолжение табл.

d_{10}, мм	По Бринеллю HB	По Роквеллу			По Виккерсу HV	По Шору HSD
		HRA	HRC	HRB		
2,72	506	77,0	51,8		574	72,6
2,73	503	76,9	51,5		568	72,0
2,74	499	76,7	51,2		562	71,4
2,75	495	76,5	50,9		556	70,9
2,76	492	76,4	50,6		550	70,3
2,77	488	76,2	50,3		544	69,8
2,78	484	76,0	50,0		539	69,2
2,79	481	75,8	49,7		534	68,7
2,80	477	75,7	49,4		528	68,1
2,81	474	75,5	49,1		523	67,6
2,82	470	75,4	48,8		518	67,1
2,83	467	75,2	48,5		513	66,6
2,84	464	75,0	48,2		508	66,1
2,85	460	74,9	47,9		504	65,6
2,86	457	74,7	47,6		499	65,1
2,87	454	74,6	47,3		494	64,6
2,88	451	74,4	47,0		490	64,1
2,89	447	74,2	46,8		485	63,7
2,90	444	74,1	46,5		481	63,2
2,91	441	73,9	46,2		477	62,7
2,92	438	73,8	45,9		473	62,3
2,93	435	73,6	45,7		468	61,8
2,94	432	73,5	45,4		464	61,4
2,95	429	73,3	45,1		460	61,0
2,96	426	73,2	44,9		456	60,5
2,97	423	73,0	44,6		453	60,1
2,98	420	72,9	44,4		449	59,7
2,99	417	72,7	44,1		445	59,3
3,00	415	72,6	43,8		441	58,9
3,01	412	72,4	43,6		438	58,5
3,02	409	72,3	43,3		434	58,1
3,03	406	72,2	43,1		431	57,7
3,04	403	72,0	42,9		427	57,3
3,05	401	71,9	42,6		424	56,9
3,06	398	71,8	42,4		420	56,5
3,07	395	71,6	42,1		417	56,2
3,08	393	71,5	41,9		414	56,8
3,09	390	71,3	41,7		411	55,4
3,10	388	71,2	41,4		408	55,1
3,11	385	71,1	41,2		404	54,7
3,12	383	71,0	40,9		401	54,4
3,13	380	70,8	40,7		398	54,0

Продолжение табл.

d_{10}, мм	По Бринеллю HB	По Роквеллу			По Виккерсу HV	По Шору HSD
		HRA	HRC	HRB		
3,14	378	70,7	40,5		395	53,7
3,15	375	70,6	40,3		392	53,3
3,16	373	70,4	40,0		389	53,0
3,17	370	70,3	39,8		386	52,7
3,18	368	70,2	39,6		384	52,3
3,19	366	70,1	39,3		381	52,0
3,20	363	70,0	39,1		378	51,7
3,21	361	69,8	38,9		375	51,4
3,22	359	69,7	38,7		372	51,1
3,23	356	69,6	38,5		370	50,8
3,24	354	69,5	38,2		367	50,4
3,25	352	69,4	38,0		364	50,1
3,26	350	69,2	37,8		362	49,8
3,27	347	69,1	37,6		359	49,5
3,28	345	69,0	37,4		357	49,2
3,29	343	68,9	37,1		354	48,9
3,30	341	68,8	36,9		352	48,6
3,31	339	68,7	36,7		349	48,4
3,32	337	68,6	36,5		347	48,1
3,33	335	68,5	36,3		344	47,8
3,34	333	68,4	36,0		342	47,5
3,35	331	68,2	35,8		340	47,2
3,36	329	68,1	35,6		337	46,9
3,37	327	68,0	35,4		335	46,6
3,38	325	67,9	35,2		333	46,4
3,39	323	67,8	34,9		331	46,1
3,40	321	67,7	34,7		328	45,8
3,41	319	67,6	34,5		326	45,5
3,42	317	67,5	34,3		324	45,3
3,43	315	67,4	34,1		322	45,0
3,44	313	67,3	33,8		320	44,7
3,45	311	67,2	33,6		317	44,5
3,46	309	67,1	33,4		315	44,2
3,47	307	67,0	33,2		313	44,0
3,48	306	66,9	33,0		311	43,7
3,49	304	66,8	32,7		309	43,4
3,50	302	66,7	32,5		307	43,2
3,51	300	66,6	32,3		305	42,9
3,52	298	66,5	32,1		303	42,7
3,53	297	66,4	31,9		301	42,4
3,54	295	66,3	31,6		299	42,2
3,55	293	66,2	31,4		298	41,9

Продолжение табл.

d_{10}, мм	По Бринеллю HB	По Роквеллу			По Виккерсу HV	По Шору HSD
		HRA	HRC	HRB		
3,56	292	66,1	31,2		296	41,7
3,57	290	66,0	31,0		294	41,4
3,58	288	65,9	30,8		292	41,2
3,59	287	65,8	30,5		290	40,9
3,60	285	65,7	30,3		288	40,7
3,61	283	65,6	30,1		286	40,5
3,62	282	65,5	29,9		285	40,2
3,63	280	65,5	29,7		283	40,0
3,64	278	65,4	29,4		281	39,7
3,65	277	65,3	29,2		280	39,5
3,66	275	65,2	29,0		278	39,3
3,67	274	65,1	28,8		276	39,1
3,68	272	65,0	28,6		274	38,8
3,69	271	64,9	28,3		273	38,6
3,70	269	64,8	28,1		271	38,4
3,71	268	64,7	27,9		270	38,1
3,72	266	64,6	27,7		268	37,9
3,73	265	64,5	27,5		266	37,7
3,74	263	64,4	27,3		265	37,5
3,75	262	64,3	27,1		263	37,3
3,76	260	64,2	26,8		262	37,1
3,77	259	64,1	26,6		260	36,8
3,78	257	64,0	26,4		259	36,6
3,79	256	63,9	26,2		257	36,4
3,80	255	63,8	26,0		256	36,2
3,81	253	63,7	25,8		254	36,0
3,82	252	63,6	25,6		253	35,8
3,83	251	63,5	25,4		251	35,6
3,84	249	63,4	25,2		250	35,4
3,85	248	63,3	25,0		249	35,2
3,86	246	63,2	24,8		247	35,0
3,87	245	63,1	24,6		246	34,8
3,88	244	63,0	24,4	100,0	244	34,6
3,89	243	62,9	24,2	99,9	243	34,4
3,90	241	62,8	24,0	99,8	242	34,2
3,91	240	62,7	23,8	99,6	240	34,1
3,92	239	62,6	23,6	99,5	239	33,9
3,93	237	62,5	23,4	99,3	238	33,7

Продолжение табл.

d_{10}, мм	По Бринеллю HB	По Роквеллу			По Виккерсу HV	По Шору HSD
		HRA	HRC	HRB		
3,94	236	62,4	23,2	99,2	237	33,5
3,95	235	62,3	23,0	99,0	235	33,3
3,96	234	62,2	22,8	98,9	234	33,1
3,97	232	62,1	22,6	98,7	233	33,0
3,98	231	62,0	22,4	98,6	231	32,8
3,99	230	61,9	22,2	98,4	230	32,6
4,00	229	61,8	22,0	98,2	229	32,5
4,01	228	61,7	21,8	98,1	228	32,3
4,02	226	61,6	21,6	97,9	227	32,1
4,03	225	61,5	21,5	97,7	225	32,0
4,04	224	61,4	21,3	97,6	224	31,8
4,05	223	61,3	21,1	97,4	223	31,6
4,06	222	61,1	20,9	97,2	222	31,5
4,07	221	61,0	20,7	97,0	221	31,3
4,08	219	60,9	20,5	96,9	219	31,2
4,09	218	60,8	20,3	96,7	218	31,0
4,10	217	60,7	20,1	96,5	217	30,9
4,11	216	60,6	19,9	96,3	216	30,7
4,12	215	60,5	19,7	96,1	215	30,6
4,13	214	60,4	19,5	95,9	214	30,4
4,14	213	60,3	19,2	95,7	213	30,3
4,15	212	60,1	19,0	95,5	212	30,1
4,16	211	60,0	18,8	95,4	211	30,0
4,17	210	59,9	18,6	95,2	209	29,8
4,18	209	59,8	18,3	95,0	208	29,7
4,19	208	59,7	18,1	94,8	207	29,6
4,20	206	59,6	17,9	94,6	206	29,4
4,21	205	59,4		94,4	205	29,3
4,22	204	59,3		94,2	204	29,2
4,23	203	59,2		94,0	203	29,0
4,24	202	59,1		93,8	202	28,9
4,25	201	59,0		93,6	201	28,8
4,26	200	58,8		93,4	200	28,6
4,27	199	58,7		93,2	199	28,5
4,28	198	58,6		93,0	198	28,4
4,29	197	58,5		92,8	197	28,3
4,30	197	58,4		92,6	196	28,1
4,31	196	58,2		92,4	195	28,0
4,32	195	58,1		92,2	194	27,9
4,33	194	58,0		92,0	193	27,8
4,34	193	57,9		91,8	192	27,6
4,35	192	57,7		91,6	191	27,5
4,36	191	57,6		91,3	190	27,4
4,37	190	57,5		91,1	189	27,3
4,38	189	57,4		90,9	188	27,2
4,39	188	57,2		90,7	187	27,0

Продолжение табл.

d_{10}, мм	По Бринеллю HB	По Роквеллу			По Виккерсу HV	По Шору HSD
		HRA	HRC	HRB		
4,40	187	57,1		90,5	186	26,9
4,41	186	57,0		90,3	185	26,8
4,42	185	56,9		90,1	184	26,7
4,43	185	56,8		89,9	183	26,6
4,44	184	56,6		89,7	183	26,4
4,45	183	56,5		89,5	182	26,3
4,46	182	56,4		89,3	181	26,2
4,47	181	56,3		89,1	180	26,1
4,48	180	56,1		88,8	179	26,0
4,49	179	56,0		88,6	178	25,8
4,50	179	55,9		88,4	177	25,7
4,51	178	55,8		88,2	176	25,6
4,52	177	55,6		88,0	175	25,5
4,53	176	55,5		87,8	175	25,3
4,54	175	55,4		87,6	174	25,2
4,55	174	55,3		87,4	173	25,1
4,56	174	55,1		87,1	172	25,0
4,57	173	55,0		86,9	171	24,9
4,58	172	54,9		86,7	171	24,7
4,59	171	54,8		86,5	170	24,6
4,60	170	54,6		86,3	169	24,5
4,61	170	54,5		86,1	168	24,4
4,62	169	54,4		85,9	167	24,2
4,63	168	54,3		85,6	167	24,1
4,64	167	54,1		85,4	166	24,0
4,65	167	54,0		85,2	165	23,9
4,66	166	53,9		85,0	164	23,7
4,67	165	53,8		84,8	164	23,6
4,68	164	53,6		84,6	163	23,5
4,69	164	53,5		84,3	162	23,4
4,70	163	53,4		84,1	162	23,2
4,71	162	53,3		83,9	161	23,1
4,72	161	53,2		83,7	160	23,0
4,73	161	53,0		83,5	160	22,9
4,74	160	52,9		83,2	159	22,7
4,75	159	52,8		83,0	158	22,6
4,76	158	52,7		82,8	158	22,5
4,77	158	52,6		82,6	157	22,4
4,78	157	52,4		82,4	156	22,3
4,79	156	52,3		82,1	156	22,1
4,80	156	52,2		81,9	155	22,0
4,81	155	52,1		81,7	154	21,9
4,82	154	52,0		81,5	154	21,8
4,83	154	51,8		81,3	153	21,7
4,84	153	51,7		81,0	153	21,6
4,85	152	51,6		80,8	152	21,5

Продолжение табл.

d_{10}, мм	По Бринеллю HB	По Роквеллу			По Виккерсу HV	По Шору HSD
		HRA	HRC	HRB		
4,86	152	51,5		80,6	151	21,4
4,87	151	51,3		80,4	151	21,3
4,88	150	51,2		80,1	150	21,2
4,89	150	51,1		79,9	150	21,1
4,90	149	51,0		79,7	149	21,0
4,91	148	50,9		79,5	148	21,0
4,92	148	50,7		79,2	148	20,9
4,93	147	50,6		79,0	147	20,8
4,94	146	50,5		78,8	146	20,8
4,95	146	50,4		78,6	146	20,7
4,96	145	50,2		78,3	145	20,7
4,97	144	50,1		78,1	144	20,7
4,98	144	50,0		77,9	144	20,6
4,99	143	49,8		77,6	143	20,6
5,00	143			77,4	143	20,6
5,01	142			77,2	142	
5,02	141			77,0	141	
5,03	141			76,7	141	
5,04	140			76,5	140	
5,05	140			76,3	140	
5,06	139			76,0	139	
5,07	138			75,8	138	
5,08	138			75,6	138	
5,09	137			75,3	137	
5,10	137			75,1	137	
5,11	136			74,8	136	
5,12	136			74,6	136	
5,13	135			74,4	135	
5,14	134			74,1	134	
5,15	134			73,9	134	
5,16	133			73,7	133	
5,17	133			73,4	133	
5,18	132			73,2	132	
5,19	132			72,9	132	
5,20	131			72,7	131	
5,21	131			72,4	131	
5,22	130			72,2	130	
5,23	129			72,0	129	
5,24	129			71,7	129	
5,25	128			71,5	128	
5,26	128			71,2	128	
5,27	127			71,0	127	
5,28	127			70,7	127	
5,29	126			70,5	126	
5,30	126			70,2	126	

Продолжение табл.

d_{10}, мм	По Бринеллю HB	По Роквеллу			По Виккерсу HV	По Шору HSD
		HRA	HRC	HRB		
5,31	125			70,0	125	
5,32	125			69,7	125	
5,33	124			69,5	124	
5,34	124			69,2	124	
5,35	123			69,0	123	
5,36	123			68,7	123	
5,37	122			68,5	122	
5,38	122			68,2	122	
5,39	121			68,0	121	
5,40	121			67,7	121	
5,41	120			67,5	120	
5,42	120			67,2	120	
5,43	119			67,0	119	
5,44	119			66,7	119	
5,45	118			66,4	118	
5,46	118			66,2	118	
5,47	117			65,9	117	
5,48	117			65,7	117	
5,49	116			65,4	116	
5,50	116			65,2	116	
5,51	115			64,9	115	
5,52	115			64,6	115	
5,53	115			64,4	115	
5,54	114			64,1	114	
5,55	114			63,9	114	
5,56	113			63,6	113	
5,57	113			63,3	113	
5,58	112			63,1	112	
5,59	112			62,8	112	
5,60	111			62,6	111	
5,61	111			62,3	111	
5,62	111			62,0	111	
5,63	110			61,8	110	
5,64	110			61,5	110	
5,65	109			61,2	109	
5,66	109			61,0	109	
5,67	108			60,7	108	
5,68	108			60,5	108	
5,69	108			60,2	108	
5,70	107			59,9	107	
5,71	107			59,7	107	
5,72	106			59,4	106	
5,73	106			59,1	106	
5,74	105			58,9	105	
5,75	105			58,6	105	
5,76	105			58,3	105	
5,77	104			58,1	104	
5,78	104			57,8	104	

Продолжение табл.

d_{10}, мм	По Бринеллю HB	По Роквеллу			По Виккерсу HV	По Шору HSD
		HRA	HRC	HRB		
5,79	103			57,5	103	
5,80	103			57,3	103	
5,81	103			57,0	103	
5,82	102			56,8	102	
5,83	102			56,5	102	
5,84	101			56,2	101	
5,85	101			56,0	101	
5,86	101			55,7	101	
5,87	100			55,4	100	
5,88	100			55,2	100	
5,89	100			54,9	100	
5,90	99			54,6		
5,91	99			54,4		
5,92	98			54,1		
5,93	98			53,9		
5,94	98			53,6		
5,95	97			53,3		
5,96	97			53,1		
5,97	97			52,8		
5,98	96			52,5		
5,99	96			52,3		
6,00	95			52,0		
6,01	95			51,8		
6,02	95			51,5		
6,03	94			51,2		
6,04	94			51,0		
6,05	94			50,7		
6,06	93			50,5		
6,07	93			50,2		
6,08	93			50,0		
6,09	92			49,7		
6,10	92			49,4		
6,11	92			49,2		
6,12	91			48,9		
6,13	91			48,7		
6,14	91			48,4		
6,15	90			48,2		
6,16	90			47,9		
6,17	90			47,7		
6,18	89			47,4		
6,19	89			47,2		
6,20	89			46,9		
6,21	88			46,7		
6,22	88			46,4		
6,23	88			46,2		
6,24	87			45,9		

Продолжение табл.

d_{10}, мм	По Бринеллю HB	По Роквеллу			По Виккерсу HV	По Шору HSD
		HRA	HRC	HRB		
6,25	87			45,7		
6,26	87			45,4		
6,27	86			45,2		
6,28	86			44,9		
6,29	86			44,7		
6,30	85			44,4		
6,31	85			44,2		
6,32	85			43,9		
6,33	85			43,7		
6,34	84			43,5		
6,35	84			43,2		
6,36	84			43,0		
6,37	83			42,7		
6,38	83			42,5		
6,39	83			42,2		
6,40	82			42,0		
6,41	82			41,8		
6,42	82			41,5		
6,43	82			41,3		
6,44	81			41,0		
6,45	81			40,8		
6,46	81			40,6		
6,47	80			40,3		
6,48	80			40,1		
6,49	80			39,8		
6,50	80			39,6		
6,51	79			39,4		
6,52	79			39,1		
6,53	79			38,9		
6,54	79			38,6		
6,55	78			38,4		
6,56	78			38,1		
6,57	78			37,9		
6,58	78			37,7		
6,59	77			37,4		
6,60	77			37,2		
6,61	77			36,9		
6,62	77			36,7		
6,63	76			36,4		
6,64	76			36,2		
6,65	76			35,9		
6,66	76			35,7		
6,67	75			35,4		
6,68	75			35,2		
6,69	75			34,9		
6,70	75			34,7		

10. ПЕРЕЧЕНЬ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СТАНДАРТОВ НА СОРТАМЕНТ МАТЕРИАЛОВ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В МАРОЧНИКЕ

Вид полуфабриката	Обозначение стандарта	Наименование стандарта	Размеры полуфабриката, мм
1. Прокат			
1.1. Лист	ГОСТ 19903-74	Прокат листовой горячекатаный. Сортамент	Толщина 0,40 – 160; ширина ≥ 500
	ГОСТ 19904-90	Прокат листовой холоднокатаный. Сортамент	Толщина 0,35 – 5; ширина ≥ 500
1.2. Полоса	ГОСТ 82-70	Прокат стальной горячекатаный широкополосный универсальный. Сортамент	Толщина 6 – 60; ширина 200 – 1050
	ГОСТ 103-76	Полоса стальная горячекатаная. Сортамент	Толщина 6 – 60; ширина 11 – 200
	ГОСТ 4405-75	Полосы горячекатаные и кованые из инструментальной стали. Сортамент	Размеры сечения полосы от 3 × 12 до 80 × 300
	ГОСТ 7419-90	Прокат стальной горячекатаный для рессор. Сортамент	Толщина 4,5 – 20; ширина 40 – 150
1.3. Трубы	ГОСТ 8639-82	Трубы стальные квадратные. Сортамент	Наружный размер (сторона квадрата) 10 – 180; толщина стенки 1 – 14
	ГОСТ 8732-78	Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Сортамент	Наружный диаметр 20 – 50; толщина стенки 2,5 – 7,5
	ГОСТ 8734-75	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные. Сортамент	Наружный диаметр 5 – 250; толщина стенки 0,3 – 24
	ГОСТ 9567-75	Трубы стальные прецизионные. Сортамент	Для горячекатаных труб: наружный диаметр 25 – 325; толщина стенки 2,5 – 50. Для холоднокатаных и холоднотянутых труб: наружный диаметр 4 – 710; толщина стенки 0,2 – 32
1.4 Сортовой	ГОСТ 1133-71	Сталь кованая круглая и квадратная. Сортамент	Диаметр круга или сторона квадрата 40 – 200

Продолжение табл.

Вид полуфабриката	Обозначение стандарта	Наименование стандарта	Размеры полуфабриката, мм
	ГОСТ 2590-88	Прокат стальной горячекатаный круглый. Сортамент	Диаметр 5 – 270
	ГОСТ 2591-88	Прокат стальной горячекатаный квадратный. Сортамент	Сторона квадрата 6 – 200
	ГОСТ 2879-88	Прокат стальной горячекатаный шестигранный. Сортамент	Диаметр вписанного круга 8 – 100
	ГОСТ 7417-75	Сталь калиброванная круглая. Сортамент	Диаметр 3 – 100
	ГОСТ 8559-75	Сталь калиброванная квадратная. Сортамент	Сторона квадрата 3 – 100
	ГОСТ 8560-78	Прокат калиброванный шестигранный. Сортамент	Диаметр вписанного круга 3 – 100
	ГОСТ 22411-77	Прутки из сплавов горячекатаные и кованые. Сортамент	Прутки из жаропрочных, жаростойких и коррозионно-стойких труднодеформируемых сплавов, горячекатаные круглого сечения: диаметр 10 – 55 Прутки кованые круглого и квадратного сечения: диаметр или сторона квадрата 60 – 200
1.5. Фасонный 1.5.1. Полоса	ГОСТ 7419-90	Прокат стальной горячекатаный для рессор. Сортамент	Прокат трапециевидно-ступенчатый: ширина 4,5 – 120; толщина 6 – 20. Прокат Т-образный: ширина 65 – 120; толщина 9 – 20. Прокат трапециевидный: ширина 45 – 65; толщина 6 – 12. Прокат желобчатый: ширина 63 – 120; толщина 7 – 16.

Продолжение табл.

Вид полуфабриката	Обозначение стандарта	Наименование стандарта	Размеры полуфабриката, мм
1.5.2. Двутавры	ГОСТ 8239-89	Двутавры стальные горячекатаные. Сортамент	Высота двутавра 100 – 600; ширина полки 55 – 190; толщина стенки 4,5 – 12; толщина полки 7,2 – 17,8
	ГОСТ 26020-83	Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок. Сортамент	Высота двутавра 100 – 1013; ширина полки 55 – 400; толщина стенки 3,8 – 23; толщина полки 5,1 – 36,5
1.5.3. Швеллеры	ГОСТ 5267.1-90	Швеллеры. Сортамент	Высота 80 – 300; ширина полки 45 – 89; толщина стенки 5,5 – 11,5; толщина полки 9 – 15
	ГОСТ 8240-89	Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент	Высота 50 – 400; ширина полки 32 – 115; толщина стенки 4,4 – 8; толщина полки 7 – 13,5
	ГОСТ 8278-83	Швеллеры стальные гнутые равнополочные. Сортамент	Швеллеры из углеродистой кипящей и полуспокойной стали: высота стенки 25 – 410; ширина полки 20 – 180; толщина швеллера 2 – 8 Швеллеры из углеродистой спокойной и низколегированной стали: высота стенки 25 – 310; ширина полки 20 – 180; толщина швеллера 2 – 8
	ГОСТ 8281-80	Швеллеры стальные гнутые неравнополочные. Сортамент	Высота стенки 32 – 300; ширина большей полки 22 – 180; ширина меньшей полки 12 – 90; толщина швеллера 2 – 8
1.5.4. Уголки	ГОСТ 8509-93	Уголки стальные горячекатаные равнополочные. Сортамент	Ширина полки 20 – 250; толщина полки 3 – 35
	ГОСТ 8510-86	Уголки стальные горячекатаные неравнополочные. Сортамент	Ширина большей полки 25 – 200; ширина меньшей полки 16 – 125; толщина полки 3 – 16

Продолжение табл

Вид полуфабриката	Обозначение стандарта	Наименование стандарта	Размеры полуфабриката, мм
	ГОСТ 19771-93	Уголки стальные гнутые равнополочные. Сортамент	Уголки из углеродистой кипящей и полуспокойной стали обыкновенного качества, углеродистой качественной стали: ширина полки 36 – 120; толщина полки 2,5 – 7 Уголки из углеродистой полуспокойной стали обыкновенного качества, углеродистой качественной стали: ширина полки 55 – 160; толщина полки 3 – 6
	ГОСТ 19772-93	Уголки стальные гнутые неравнополочные. Сортамент	Уголки из углеродистой кипящей и полуспокойной стали обыкновенного качества, углеродистой качественной стали: ширина большей полки 32 – 180; толщина меньшей полки 25 – 140; толщина полки 2 – 8 Уголки из углеродистой полуспокойной стали обыкновенного качества, углеродистой качественной стали: ширина большей полки 40 – 155; ширина меньшей полки 25 – 125; толщина полки 2,5 – 8
1.5.5. Профили	ГОСТ 8282-83	Профили стальные гнутые С-образные равнополочные. Сортамент	Высота профиля 62 – 550; ширина профиля 32 – 160; ширина полки 8 – 60; толщина профиля 1 – 5
	ГОСТ 8283-93	Профили стальные гнутые корытные равнополочные. Сортамент	Профили из углеродистой кипящей и полуспокойной стали обыкновенного качества и углеродистой качественной стали: высота стенки профиля 40 – 308; ширина профиля 19 – 120; ширина полки 16 – 61; толщина профиля 1,2 – 6 Для профилей из углеродистой полуспокойной и спокойной стали обыкновенного качества, углеродистой качественной стали: высота стенки профиля 40 – 365; ширина профиля 31 – 120; ширина полки 16 – 60; толщина профиля 1,2 – 7
2. Заготовки	ГОСТ 6627-74	Крюки однорогие. Заготовки. Типы, конструкция и размеры	
	ГОСТ 6628-73	Крюки двурогие. Заготовки. Типы, конструкция и размеры	

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СТАНДАРТОВ

ГОСТ 8.064-94	ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений твердости по шкалам Роквелла и Супер-Роквелла.
ГОСТ 25.502-79	Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Методы механических испытаний металлов. Метод испытания на усталость.
ГОСТ 25.503-97	Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Метод испытания на сжатие.
ГОСТ 25.506-85	Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Определение характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении.
ГОСТ 82-70	Прокат стальной горячекатаный широкополосный универсальный. Сортамент.
ГОСТ 103-76	Полоса стальная горячекатаная. Сортамент.
ГОСТ 380-94	Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки.
ГОСТ 503-81	Лента холоднокатаная из низкоуглеродистой стали. Технические условия.
ГОСТ 535-88	Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия.
ГОСТ 550-75	Трубы стальные бесшовные для нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Технические условия.
ГОСТ 801-78	Сталь подшипниковая. Технические условия.
ГОСТ 977-88	Отливки стальные. Общие технические условия.
ГОСТ 1050-88	Прокат сортовой, калиброванный со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия.
ГОСТ 1133-71	Сталь кованая круглая и квадратная. Сортамент.
ГОСТ 1414-75	Прокат из конструкционной стали высокой обрабатываемости резанием. Технические условия.
ГОСТ 1435-90	Прутки, полосы и мотки из инструментальной нелегированной стали. Общие технические условия.
ГОСТ 1497-84	Металлы. Методы испытания на растяжение.
ГОСТ 1577-93	Прокат толстолистовой и широкополосный из конструкционной качественной стали. Технические условия.
ГОСТ 1778-70	Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений.
ГОСТ 2283-79	Лента холоднокатаная из инструментальной и пружинной стали. Технические условия.
ГОСТ 2284-79	Лента холоднокатаная из углеродистой конструкционной стали. Технические условия.
ГОСТ 2590-88	Прокат стальной горячекатаный круглый. Сортамент.
ГОСТ 2591-88	Прокат стальной горячекатаный квадратный. Сортамент.
ГОСТ 2879-88	Прокат стальной горячекатаный шестигранный. Сортамент.
ГОСТ 2999-75	Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу.
ГОСТ 3248-81	Металлы. Метод испытания на ползучесть.
ГОСТ 3728-78	Трубы. Метод испытания на загиб.
ГОСТ 3845-75	Трубы металлические. Метод испытания гидравлическим давлением.
ГОСТ 4041-71	Прокат листовой для холодной штамповки из конструкционной качественной стали. Технические условия.
ГОСТ 4405-75	Полосы горячекатаные и кованые из инструментальной стали. Сортамент.
ГОСТ 4543-71	Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия.
ГОСТ 4728-96	Заготовки осевые для подвижного состава железных дорог колеи 1520 мм. Общие технические условия.
ГОСТ 4986-79	Лента холоднокатаная из коррозионно-стойкой и жаропрочной стали. Технические условия.

ГОСТ 5210-95	Прокат сортовой из инструментальной стали для напильников, рашпилей, зубил и крейцмейселей. Общие технические условия.
ГОСТ 5267.1-90	Швеллеры. Сортамент.
ГОСТ 5520-79	Прокат листовой из углеродистой низколегированной и легированной стали для котлов и сосудов, работающих под давлением. Технические условия.
ГОСТ 5582-75	Прокат тонколистовой коррозионно-стойкий, жаростойкий и жаропрочный. Технические условия.
ГОСТ 5632-72	Стали высоколегированные и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки.
ГОСТ 5639-82	Стали и сплавы. Методы определения величины зерна.
ГОСТ 5640-68	Сталь. Металлографический метод оценки микроструктуры листов и ленты.
ГОСТ 5657-69	Сталь. Метод испытания на прокаливаемость.
ГОСТ 5663-79	Проволока стальная углеродистая для холодной высадки. Технические условия.
ГОСТ 5781-82	Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия.
ГОСТ 5949-75	Сталь сортовая и калиброванная коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная. Технические условия
ГОСТ 5950-73	Прутки и полосы из инструментальной легированной стали. Технические условия.
ГОСТ 6032-89	Стали и сплавы коррозионно-стойкие. Методы испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии.
ГОСТ 6130-71	Металлы. Методы определения жаростойкости.
ГОСТ 6627-74	Крюки однорогие. Заготовки. Типы, конструкция и размеры.
ГОСТ 6628-73	Крюки двурогие. Заготовки. Типы, конструкция и размеры.
ГОСТ 6713-91	Прокат низколегированный конструкционный для мостостроения. Технические условия.
ГОСТ 7350-77	Сталь толстолистовая, коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная. Технические условия.
ГОСТ 7417-75	Сталь калиброванная круглая. Сортамент.
ГОСТ 7419-90	Прокат стальной горячекатаный для рессор. Сортамент.
ГОСТ 7565-81	Чугун, сталь и сплавы. Метод отбора проб для химического состава.
ГОСТ 8233-56	Сталь. Эталоны микроструктуры.
ГОСТ 8239-89	Двутавры стальные горячекатаные. Сортамент.
ГОСТ 8240-89	Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент.
ГОСТ 8278-83	Швеллеры стальные гнутые равнополочные. Сортамент.
ГОСТ 8281-80	Швеллеры стальные гнутые неравнополочные. Сортамент.
ГОСТ 8282-83	Профили стальные гнутые С-образные равнополочные. Сортамент.
ГОСТ 8283-93	Профили стальные гнутые корытные равнополочные. Сортамент.
ГОСТ 8479-70	Поковки из конструкционной углеродистой и легированной стали. Общие технические условия.
ГОСТ 8509-93	Уголки стальные горячекатаные равнополочные. Сортамент.
ГОСТ 8510-86	Уголки стальные горячекатаные неравнополочные. Сортамент.
ГОСТ 8559-75	Сталь калиброванная квадратная. Сортамент.
ГОСТ 8560-78	Прокат калиброванный шестигранный. Сортамент.
ГОСТ 8639-82	Трубы стальные квадратные. Сортамент.
ГОСТ 8693-80	Трубы металлические. Метод испытания на бортование.
ГОСТ 8694-75	Трубы. Метод испытания на раздачу.
ГОСТ 8695-75	Трубы. Метод испытания на сплющивание.
ГОСТ 8731-74	Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Технические требования.

ГОСТ 8732-78 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Сортамент.

ГОСТ 8733-74 Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные и теплодеформированные. Технические требования.

ГОСТ 8734-75 Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные. Сортамент.

ГОСТ 9012-59 Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю.

ГОСТ 9013-59 Металлы. Метод измерения твердости по Роквеллу.

ГОСТ 9454-78 Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах.

ГОСТ 9567-75 Трубы стальные прецизионные. Сортамент.

ГОСТ 9940-81 Трубы бесшовные горячедеформированные из коррозионно-стойкой стали. Технические условия.

ГОСТ 9941-81 Трубы бесшовные холодно- и теплодеформированные из коррозионно-стойкой стали. Технические условия.

ГОСТ 10145-81 Металлы. Метод испытания на длительную прочность.

ГОСТ 10234-77 Лента стальная плющеная средней прочности. Технические условия.

ГОСТ 10498-82 Трубы бесшовные особотонкостенные из коррозионностойкой стали. Технические условия.

ГОСТ 10702-78 Прокат из качественной конструкционной углеродистой и легированной стали для холодного выдавливания и высадки. Технические условия.

ГОСТ 10884-94 Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические условия.

ГОСТ 10885-85 Сталь листовая горячекатаная двухслойная коррозионностойкая. Технические условия.

ГОСТ 11068-81 Трубы электросварные из коррозионно-стойкой стали. Технические условия.

ГОСТ 11268-76 Прокат тонколистовой специального назначения из конструкционной легированной высококачественной стали. Технические условия.

ГОСТ 11269-76 Прокат листовой и широкополосный универсальный специального назначения из конструкционной легированной высококачественной стали. Технические условия.

ГОСТ 12344-88 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения углерода.

ГОСТ 12345-88 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения серы.

ГОСТ 12346-78 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения кремния.

ГОСТ 12347-77 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения фосфора.

ГОСТ 12348-78 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения марганца.

ГОСТ 12349-83 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения вольфрама.

ГОСТ 12350-78 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения хрома.

ГОСТ 12351-81 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения ванадия.

ГОСТ 12352-81 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения никеля.

ГОСТ 12353-78 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения кобальта.

ГОСТ 12354-81 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения молибдена.

ГОСТ 12355-78 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения меди.

ГОСТ 12356-81 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения титана.

ГОСТ 12357-84 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения алюминия.

ГОСТ 12358-82 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения мышьяка.

ГОСТ 12359-99 Стали углеродистые, легированные и высоколегированные. Методы определения азота.

ГОСТ 12360-82 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения бора.

ГОСТ 12361-82 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения ниобия.

ГОСТ 12362-79 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения микропримесей сурьмы, свинца, олова, цинка и кадмия.

ГОСТ 12363-79 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения селена.

ГОСТ 12364-84 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения церия.

ГОСТ 12365-84 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения циркония.

ГОСТ 13663-86 Трубы стальные профильные. Технические требования.

ГОСТ 14019-80 Металлы. Методы испытания на изгиб.

ГОСТ 14162-79 Трубки стальные малых размеров (капиллярные). Технические условия.

ГОСТ 14637-89 Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества. Технические условия.

ГОСТ 14955-77 Сталь качественная круглая со специальной отделкой поверхности. Технические условия.

ГОСТ 14959-79 Прокат из рессорно-пружинной углеродистой и легированной стали. Технические условия.

ГОСТ 14963-78 Проволока стальная легированная пружинная. Технические условия.

ГОСТ 16523-97 Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества общего назначения. Технические условия.

ГОСТ 18143-72 Проволока из высоколегированной коррозионно-стойкой и жаростойкой стали. Технические условия.

ГОСТ 18907-73 Прутки нагартованные, термически обработанные шлифованные из высоколегированной и коррозионно-стойкой стали. Технические условия.

ГОСТ 18968-73 Прутки и полосы из коррозионно-стойкой и жаропрочной стали для лопаток паровых турбин. Технические условия.

ГОСТ 19265-73 Прутки и полосы из быстрорежущей стали. Технические условия.

ГОСТ 19281-89 Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия.

ГОСТ 19442-74 Прутки фасонные для лопаток и прутки для связи лопаток паровых турбин из коррозионно-стойкой и жаропрочной стали. Технические условия.

ГОСТ 19771-93 Уголки стальные гнутые равнополочные. Сортамент.

ГОСТ 19772-93 Уголки стальные гнутые неравнополочные. Сортамент.

ГОСТ 19903-74 Прокат листовой горячекатаный. Сортамент.

ГОСТ 19904-90 Прокат листовой холоднокатаный. Сортамент.

ГОСТ 20072-74 Сталь теплоустойчивая. Технические условия.

ГОСТ 21357-87 Отливки из хладостойкой и износостойкой стали. Общие технические условия.

ГОСТ 21996-76 Лента стальная холоднокатаная термообработанная. Технические условия.

ГОСТ 21997-76 Лента стальная плющеная высокой прочности. Технические условия.

ГОСТ 22411-77 Прутки из сплавов горячекатаные и кованые. Сортамент.

ГОСТ 23273-78 Металлы и сплавы. Измерение твердости методом упругого отскока бойка (по Шору).

ГОСТ 23304-78 Болты, шпильки, гайки и шайбы для фланцевых соединений атомных энергетических установок. Технические требования. Приемка. Методы испытаний. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение.

ГОСТ 23705-79 Прутки горячекатаные и кованые из жаропрочных сплавов. Технические условия.

ГОСТ 25054-81 Поковки из коррозионно-стойких сталей и сплавов. Общие технические условия.

ГОСТ 26007-83	Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Методы испытания на релаксацию напряжений.
ГОСТ 26020-83	Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок. Сортамент.
ГОСТ 27772-88	Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия.
ГОСТ 28393-89	Прутки и полосы из быстрорежущей стали, полученной методом порошковой металлургии. Общие технические условия.
ГСССД 55-83	Стали для валков горячей и холодной прокатки. Механические и теплофизические характеристики.
ГСССД 116-88	Коррозионно-стойкая сталь 0Х13Г12С2Н2Д2Б (ДИ 59). Условный предел длительной прочности при температурах 500 ... 650 °С.
ОСТ 24.013.04-90	Валки стальные кованые листовых станов для горячей прокатки черных металлов. Технические условия.
ОСТ 24.013.20-90	Валки стальные кованые для холодной прокатки металлов. Технические условия.
ОСТ 24.013.21-85	Валки стальные кованые обжимных и сортовых станов для горячей прокатки черных металлов. Технические условия.
ОСТ 108.020.03-82	Заготовки лопаток турбин и компрессоров, штампованные из коррозионно-стойкой и жаропрочной стали. Общие технические условия.
ОСТ 108.020.123-78	Заготовки лопаток турбин точно штампованные. Технические условия.
ОСТ 108.030.01-75	Котлы паровые. Методика коррозионных испытаний.
ОСТ 108.030.113-87	Головки из углеродистой и легированной стали для оборудования и трубопроводов тепловых и атомных станций. Технические условия.
ОСТ 108.030.118-78	Листы из стали марки 16ГНМА для барабанов котлов высокого давления. Технические условия.
ОСТ 108.109.01-92	Заготовки корпусных деталей из коррозионно-стойких сталей аустенитного класса. Технические условия.
ОСТ 108.236.01-86	Заготовки валов для гидравлических турбин. Технические условия.
ОСТ 108.901.01-79	Металлы. Методы испытаний на коррозионное растрескивание применительно к атомной и тепловой энергетике.
ОСТ 108.901.102-78	Котлы, турбины и трубопроводы. Методы определения жаропрочности металлов.
ОСТ 108.910.04-84	Стали для гидравлических турбин. Марки.
ОСТ 108.910.06-85	Стали, сплавы и чугуны для газотурбинных стационарных установок. Марки.
ОСТ 108.958.04-85	Поковки общего назначения для турбин и компрессоров. Технические условия.
ОСТ 108.961.02-79	Отливки из углеродистых и легированных сталей для деталей паровых стационарных турбин с гарантированными характеристиками прочности при высоких температурах. Технические условия.
ОСТ 108.961.03-79	Отливки из углеродистой и легированной стали для фасонных элементов паровых котлов и трубопроводов с гарантированными характеристиками прочности при высоких температурах. Технические условия.
ОСТ 108.961.04-80	Отливки из углеродистых и легированных сталей, никелевых сплавов для деталей стационарных газовых турбин и компрессоров. Технические условия.
ОСТ 108.961.05-80	Заготовки роторов и дисков стационарных газовых турбин и компрессоров. Технические условия.
ОСТ 262.91-94	Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Акименко А. П.** Металлография коррозионно-стойких сталей и сплавов. Справочник. М.: Металлургия, 1991. 287 с.

2. **Алексеенко М. Ф.** Структура и свойства теплостойких конструкционных и нержавеющих сталей. М.: Оборонгиз, 1962. 216 с.

3. **Андреева В. В., Бернштейн М. Л., Займовский В. А.** и др. Термомеханическая обработка сортового проката конструкционных сталей // Сталь, 1975, № 8. С. 740 – 743.

4. **Антикайн П. А.** Металлы и расчет на прочность котлов и трубопроводов. М.: Энергоатомиздат, 1990. 367 с.

5. **Апциферов В. Н., Акименко В. Б., Гревцов Л. М.** Порошковые легированные стали. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1991. 318 с.

6. **Арсов Л. Б.** Стальные отливки. М.: Машиностроение, 1977. 176 с

7. **Бабушкина Г. И., Дегтярев А. Ф., Иодковский С. А.** и др. Поковки из стали марки 05Х14Н5ДМ // Тр. ЦНИИТМАШ № 218, М. 1990. С. 4 – 40.

8. **Бабушкина Г. И., Крянин И. Р.** Анализ показателей свойств крупных отливок из нержавеющей стали для гидротурбин // Тр. ЦНИИТМАШ № 101, М. 1972. С. 42 – 49.

9. **Бадаева А. А.** Свойства и термическая обработка стали Х6ВФ (ЭИ808). Сб. тр. / Под ред. Е. И. Малинкиной. М., 1960.

10. **Башнин Ю. А., Лисицкая Л. А., Куликов Е. С.** Влияние режима термообработки на прочность и пластичность пружинной стали 85. МиТОМ. 1982. № 2. С. 28 – 30.

11. **Бирюкова В. Н.** Изотермическая закалка инструментальных сталей. МиТОМ. 1965. № 9. С. 53 – 57.

12. **Большаков В. И.** Термическая обработка строительной стали повышенной прочности. М.: Металлургия, 1977.

13. **Большаков В. И., Пилипченко Ю. И., Спиваков В. И.** Влияние упрочняющей термической обработки на конструктивную прочность низколегированных сталей. МиТОМ. 1980. № 1. С. 36 – 39.

14. **Борздыка А. М., Балакина И. А.** Механические свойства жаропрочных сталей. М.: 1962. 10 с. (Московский институт стали; Сб. 27).

15. **Борздыка А. М., Цейтлин В. З.** Термическая обработка жаропрочных сталей и сплавов. М.: Машиностроение, 1964. 247 с.

16. **Бородулин Г. М., Мошкевич Е. И.** Нержавеющая сталь. М.: Металлургия, 1973. 319 с.

17. **Браун М. П., Винокур Б. В., Мировский Э. Н.** и др. Влияние условий горячей обработки на свойства крупных изделий // Кузнечно-штамповочное производство. 1960. № 4. С. 8 – 12.

18. **Браун М. П.** и др. Механические свойства, теплоустойчивость и теплообработка: Тематический обзор. Киев: Институт технической информации, 1962.

19. **Буркин В. С., Шипунов В. С., Михеева Н. Н.** Высокоуглеродистые коррозионно-стойкие теплопрочные стали для подшипников качения. М.: Изд. ЦНИИЭИавтопром, 1990. 72 с.

20. **Бух А.** Корреляционная связь между пределом усталости, пределом прочности и другими механическими характеристиками сталей и сплавов. МиТОМ. 1962. № 10. С. 28 – 37.

21. **Василевский П. Ф., Демяков А. Е., Плеханов П. Н.** и др. Справочник литейщика. Фасонное стальное литье / Под ред. Н. Н. Рубцова. М.: Машгиз, 1962. 608 с.

22. **Вегст Ц. В.** Ключ сталей. М.: Гипрохим, 15-е изд. 1992, 582 с.

23. **Wegst C. W.** Stahlschluessel, Marbach, Stahlschluessel Wegst GmbH, 16-th Edition. 1992. 613 p.

24. **Wegst C. W.** Stahlschluessel, Marbach, Stahlschluessel Wegst GmbH, 17-th Edition. 1995. 636 p.

25. **Wegst C. W.** Stahlschluessel, Marbach, Stahlschluessel Wegst GmbH, 18-th Edition. 1998. 686 p.

26. **Вершинская А. Д.** Влияние химического состава и структуры жаропрочных сплавов на их обрабатываемость // Труды ЦНИИТМАШ № 17, 1961. С. 21 – 26.

27. **Викулин А. В., Солнцев Ю. П., Коджаспиров Г. Е.** и др. Трещиностойкость сталей низкой и средней прочности. МиТОМ. 1983. № 8. С. 5 – 8.

28. **Вольнова Т. Ф.** Высокомарганцовистые стали и сплавы. М.: Металлургия, 1988. 342 с.

29. **Вороненко В. И.** Коррозионно-стойкие ферритно-аустенитные стали. Итоги науки и техники. Металловедение и термическая обработка. Том 22. М., 1998. С. 41 – 95.

30. **Воронина В. А., Маслов А. А., Вишнякова Е. Н.** и др. Литые прокатные валки из низколегированной заэвтектоидной стали // Литейное производство. 1981. № 3. С 31 – 32.

31. **Выбор** и опробование высокопрочных сталей для валков широкополосного стана (УБС). УЗТМ. Свердловск, 1974.

32. **Высокопрочная** арматурная сталь / А. А. Кугушкин, И. Г. Узлов, В. В. Калмыков и др. М.: Металлургия, 1986. 272 с.

33. **Вязников Н. Ф., Ермаков С. С., Солдатова Н. Н.** Цементация хромистой нержавеющей стали. МиТОМ. 1960. № 3. С. 11 – 13.

34. **Гедеон М. В.** и др. Термическая обработка валков холодной прокатки. М.: Металлургия, 1973. 344 с.

35. **Гейвандов Э. А., Рыльник В. И.** Автоматизированные банки данных по свойствам веществ и

материалов за рубежом. Обзор, М. Госстандарт СССР, ВНИИКИ, 1977.

36. **Геллер Ю. А.** Инструментальные стали, 4-е изд. перераб. и доп. М.: Металлургия, 1975. 584 с.

37. **Герасимов В. И., Рябченков А. В., Саксонова Л. Н.** Изучение механических, жаропрочных и физических свойств стали ЭП350 при различных температурах // Сб. науч. работ ЦНИИТМАШ, № 69 – 70. М. ОНТИ, 1967. С. 71 – 77.

38. **Гладштейн Л. И., Литвиненко Д. А.** Высокопрочная строительная сталь. М.: Металлургия, 1972. 240 с.

39. **Голованенко С. А., Фонштейн Н. М.** Двухфазные низколегированные стали. М.: Металлургия, 1986. 206 с.

40. **Гольдштейн М. И., Грачев С. В., Векслер Ю. Г.** Специальные стали. Изд. 2-е перераб. и допол. М. МИСиС, 1999. 408 с.

41. **Грачев С. В., Бараз В. Р.** Теплостойкие и коррозионно-стойкие пружинные стали. М.: Металлургия, 1989. 149 с.

42. **Громова А. И.** и др. Коррозионная стойкость реакторных материалов. Справочник / Под ред. В. В. Герасимова. М.: Атомиздат, 1966. 606 с.

43. **Гудков В. Н.** Компьютерные технологии для успешного металлоторгового бизнеса, М.: Металлоснабжение и сбыт, 1998. № 3. С. 56 – 58.

44. **Гудков С. И.** Механические свойства стали при низких температурах. Справочник. М.: Металлургия, 1967. 267 с.

45. **Гудремон Э.** Специальные стали. Пер. с нем. 2-е изд. М.: Металлургия, 1966. Т. 1, 736 с.; Т 2, 737 – 1274 с.

46. **Гулько В. И., Войцеховский В. А.** Производство профилей и проволоки в роликовых волоках. Ижевск. Удмуртия, 1989. 132 с.

47. **Гуляев А. П.** Выбор сталей для деталей машин. (Основные положения). М.: Металловедение и термическая обработка металлов, 1983. № 1. С. 54 – 59.

48. **Гуляев А. П., Жадан Т. А.** Новые низколегированные нержавеющие стали. М.: Машиностроение, 1972. 104 с.

49. **Гуляев А. П., Астафьев А. С., Волков М. А.** и др. Высокопрочные арматурные стали. М.: Металлургия, 1966. 139 с.

50. **Гуляев А. П., Малинина К. А., Саверина С. М.** и др. Инструментальные стали: Справочник, 2-е изд. перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1975. 272 с.

51. **Гуляев А. П.** Металловедение. М.: Металлургия, 1986. 544 с.

52. **Гуторова В. Л., Бабенко Л. Д., Коваленко В. С.** Свойства толстолистовой кислородно-конвертерной стали 16ГС и 15К. Сталь, 1970. № 9. С. 838 – 840.

53. **Дегтярев А. Ф.** Исследование физико-механических свойств стали марки 10Х12НДЛ и разработка режимов термической обработки сварных рабочих колес гидротурбин // Труды ЦНИИТМАШ № 221. М. 1990, С. 50 – 58.

54. **Дегтярев А. Ф.** Литейные износостойкие стали // Справочник. Инженерный журнал. Машиностроение, 2000, № 1 [34]. С. 2 – 4.

55. **Дегтярев А. Ф.** Литейные конструкционные нелегированные стали. Зарубежные аналоги // Справочник. Инженерный журнал, Машиностроение, 1999, № 6 [27]. С. 3 – 5; № 7 [28]. С. 5 – 8 и № 8 [29]. С. 9 – 10.

56. **Дегтярев А. Ф.** Литейные конструкционные нелегированные стали. Зарубежные аналоги // Справочник. Инженерный журнал. Машиностроение, 1999, № 11 [32]. С. 5 – 8 и № 12 [33]. С 6 – 12.

57. **Дегтярев А. Ф., Крянин И. Р., Рымкевич А. И.** Влияние режимов термической обработки на свариваемость стали 10Х12НДЛ // Труды ЦНИИТМАШ № 227. М. 1991. С. 27 – 35.

58. **Дегтярев А. Ф., Меньшова Н. Ф.** Разработка режима термической обработки литых лопаток из стали 20ГСФЛ применительно к дымососу ДОД-31,5 // Труды ЦНИИТМАШ № 224. М. 1991. С. 117 – 133.

59. **Degtiarev A., Merinov P., Oshepkov V.** High strength corrosion-resistant weldable steels. Supermartensitic stainless steels'99. Brusseis – Belgium. May 27-28, 1999. P. 33 – 40.

60. **Дегтярев А. Ф., Мирзоян Г. С., Акубов Г. С.** и др. Сталь. Авторское свидетельство СССР № 1475969, кл. С22С 38/50. 1987.

61. **Дегтярев А. Ф., Мирзоян Г. С., Герливанов Е. В.** и др. Коррозионно-стойкая сталь. Патент РФ № 1710594, кл. С22С 38/48, 1989.

62. **Дегтярев А. Ф., Осеан О. П., Куновский А. Б.** Исследование влияния фазового состава сталей типа 05Х14Н5ДМ на низкотемпературную трещиностойкость // Труды ЦНИИТМАШ, № 228. М. 1992, С. 23 – 39.

63. **Дегтярев А. Ф.** Физико-механические свойства стали 05Х14Н5ДМ в интервале температур 77 – 293 К // Труды ЦНИИТМАШ, № 228. М. 1992. С. 40 – 55.

64. **Денисенко Э. Т.** Некоторые зарубежные информационные системы по веществам и материалам. Обзор. М.: ВНИЦ ГСССД, Институт материаловедения АН УССР, 1980.

65. **Дефекты** стали. С. М. Новокщенова, М. И. Виноград, Б. А. Клыпин и др.: Справочник / Под ред. С. М. Новокщеновой и М. И. Виноград. М.: Металлургия, 1984. 201 с.

66. **Диаграммы** горячей деформации, структура и свойства сталей: Справочник / Под ред. М. Л. Бернштейна. М.: Металлургия, 1989. 242 с.

67. Диаграммы состояния двойных и многокомпонентных систем на основе железа: О. А. Банных, П. Б. Будберг, С. П. Алисова и др. / Под ред. О. А. Банных и М. Е. Дрица: Справочник, М.: Металлургия, 1986. 440 с.

68. **Долбенко Е. Т., Котов Ю. В., Кац Э. Л., Лубенец В. П.** Теоретические и технологические основы создания перспективной технологии точного литья лопаток ГТУ. В сб. XXXIII Всесоюзная научно-техническая сессия по проблемам газовых турбин. Л., 1966. С. 22.

69. **Дьяков В. Г., Медведев Ю. С., Абрамов З. А.** и др. Легированные стали для нефтехимического оборудования. М.: Машиностроение, 1971. 183 с.

70. **Дятлова В. Н.** Коррозионная стойкость металлов и сплавов: Справочник, 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1964. 351 с.

71. **Жаропрочные** и жаростойкие стали и сплавы на никелевой основе. М.: Наука, 1984. 243 с.

72. **Жаропрочные** сплавы для газовых турбин. М.: Металлургия, 1981. 480 с.

73. **Жаростойкая** и жаропрочная хромомарганцевая сталь ДИ59 / Под ред. А. В. Рябченкова, Е. В. Кузнецова. Сб. Труды ЦНИИТМАШ, № 207. М. ОНТИ, 1988. 79 с.

74. **Журавлев В. Н., Николаева О. И.** Машиностроительные стали: Справочник, 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1981. 391 с.

75. **Журавлев В. Н., Николаева О. И.** Машиностроительные стали: Справочник, 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1992. 480 с.

76. **Задорожная Л. К., Добрускина Ш. Р., Курманов М. И.** Свойства стали, упрочненной легированием или термической обработкой. МиТОМ. 1972. № 5. С. 47 – 50.

77. **Зайцев Г. З., Доможиров Л. И.** Усталостная и коррозионно-усталостная прочность стали 00Х12Н3ДЛ // Труды ЦНИИТМАШ, № 119. М., 1974, С. 62 - 66.

78. **Зарапин Ю. Л., Попов В. Д., Чиченев Н. Д.** Стали и сплавы в металлургическом машиностроении. Справочник. М.: Металлургия, 1980. 144с.

79. **Зубченко А. С., Гришин И. В., Томина С. П., Баландин И. М.** Новые сваривающиеся нержавеющие ферритные стали и сварочные материалы. Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции "Повышение эффективности и качества сборочно-сварочных работ в химическом и нефтяном машиностроении", М., 1981. С. 46 – 47.

80. **Изыскание** и разработка режима отжига валков горячей прокатки. ЭЗТМ. Электросталь. 1968.

81. **Изыскание, исследование и промышленное** освоение стали, устойчивой против коррозионного растрескивания / Под ред. И. Р. Кряшина и А. В. Рябченкова. Сб. научных работ ЦНИИТМАШ, № 69 – 70. М. ОНТИ, 1967. 172 с.

82. **Инструментальные** стали: Справочник / Л. А. Позняк, С. И. Тишаев, Ю. М. Скрынченко и др. М.: Металлургия, 1977. 168 с.

83. **Иодковский С. А., Рымкевич А. И., Дегтярев А. Ф.** Отливки и поковки из стали 10Х12НД // Труды ЦНИИТМАШ, № 217. М., 1990. С. 43 – 92.

84. **Исследование** влияния условий перекристаллизации на длительность режимов термообработки крупных поковок из легированных конструкционных сталей. Краматорск: НИИПТмаш, 1978. 136 с.

85. **Исследование** и освоение рациональной технологии изготовления рабочих валков холодной прокатки по всему циклу производства с целью улучшения их качества и повышения эксплуатационных свойств. М.: ЦНИИТМАШ, 1969.

86. **Исследование** некоторых параметров стали марки 60ХН применительно к валкам горячей прокатки: ЭЗТМ. Электросталь.

87. **Исследование** основных характеристик сталей, выплавляемых Уралмашзаводом. УЗТМ. Свердловск, 1958.

88. **Исследование** причин повреждения рабочего слоя валков листовых станов и разработка мероприятий по повышению качества валков. Свердловск. НИИТЯЖМАШ, 1980.

89. **Исследование** теплофизических свойств 20 марок стали: УПИ Свердловск, 1978. 52 с.

90. **Йех Я.** Термическая обработка стали: Справочник. Пер. с чешского / Под ред. Ю. Г. Андреева и В. Б. Фридман. 3-е изд., исправ. и доп. М.: Металлургия, 1979. 264 с.

91. **Кастильо А. П., Мишель Г. М., Роджерс Дж. К.** Сплав 86 – новая коррозионностойкая сталь с двухфазной структурой. Пер. с англ. Киев. Торгово-промышленная палата УССР, 1989. 26 с.

92. **Касум-заде Н. Г.** Коррозионно-стойкие стали для промышленности нефтехимического синтеза. Азерб. гос. изд. Баку, 1962. 208 с.

93. **Качалкин Г. С., Недосугов Ю. Д., Качалкин В. Г.** Литые жаропрочные стали с пониженным содержанием никеля. МиТОМ. 1972. № 6. С. 57 – 58.

94. **Качанов Н. Н.** Прокаливаемость стали, 2-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1978. 192 с.

95. **Каширский Ю. В., Добровольский В. Е.** Создание банка данных по энергомашиностроительным материалам. Доклады семинара "Повышение надежности и долговечности металла основного оборудования ТЭС". Киев, 1994.

96 **Каширский Ю. В., Колисков М. М.** Информационный банк по машиностроительным и энергетическим материалам. Труды международной конференции "Оценка и обоснование продления ресурса элементов конструкций". Киев, 2000. С. 607 – 614.

97. **Каширский Ю. В., Колосков М. М.** Информационный банк по машиностроительным материалам и режимам обработки. М.: Тяжелое машиностроение, № 4, 2000. С. 12 – 19.

98. **Каширский Ю. В., Колосков М. М.** Информационный банк по машиностроительным и энергетическим материалам и режимам обработки. М.: Технология машиностроения, № 1, 2000, С. 44 – 54.

99. **Келоглу Ю. П., Захаревич К. М., Карташевская М. И.** Металлы и сплавы: Справочник. Издание 2-е исправл. и дополн. Кишинев. Карта Молдовеняска, 1977. 264 с.

100. **Кириллова О. М.** Перспективы развития и применения новых инструментальных материалов. М.: Энергомашиностроение, 1982, № 12. С. 34.

101. **Ковка** и штамповка: Справочник / Под ред. Е. Н. Семенова, Т. 1. М.: Машиностроение, 1985, 568 с.

102. **Колесник Б. П., Тазалай Г. П.** Термическая обработка труб нефтяного сортамента из высокохромистой стали. МиТОМ. 1968. № 8, С. 53 – 55.

103. **Колосков М. М., Каширский Ю. В.** Разработка банка данных по машиностроительным материалам. Труды второго всесоюзного научно-практического семинара по автоматизации инженерного труда "Жизнь и компьютер". Харьков, 1991. С. 49 – 52.

104. **Конструкционные** материалы: Справочник / Под. ред. Б. Н. Арзамасова. М.: Машиностроение, 1990. 689 с.

105. **Конструкционные** стали (Справочные данные). Сталь 12ХН3А. МиТОМ. 1981, № 2. С. 31 – 33.

106. **Конструкционные** стали (Справочные данные). Сталь 18ХГТ. МиТОМ. 1970, № 2. С. 39 – 43.

107. **Конструкционные** стали (Справочные данные). Сталь 34ХН1М. МиТОМ. 1978, № 5. С. 13 – 15.

108. **Конструкционные** стали (Справочные данные). Сталь 38Х2Н2МА. МиТОМ. 1983, № 10. 34 с.

109. **Коррозионно-стойкие** стали и сплавы для оборудования и трубопроводов АЭС / В. Г. Азбукин, Ю. Ф. Баландин, В. Н. Павлов и др. Киев: Наукова думка, 1983. 144 с.

110. **Коррозионно-стойкие**, жаростойкие и высокопрочные стали и сплавы: Справ. изд. Шлямнев А. П. и др. М.: Интермет Инжиниринг, 2000. 232 с.

111. **Коррозионно-стойкие** конструкционные материалы для энергетического машиностроения / Под ред. А. В. Рябченкова Сб. Труды ЦНИИТМАШ, № 143. М. ОСИЦ, 1978. 115 с.

112. **Коррозия** конструкционных материалов. Газы и неорганические кислоты: Справочное издание в двух книгах / В. В. Батраков, В. П. Батраков, Л. Н. Пивоварова, В. В. Соболь. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Интермет Инжиниринг, 2000: кн. 1. 344 с.; кн. 2. 320 с.

113. **Колодеев П. Ф., Беляев С. Е.** Прочность и пластичность конструкционных материалов при низких температурах: Справочное пособие. М.: Машиностроение, 1967. 364 с.

114. **Критерии** обрабатываемости и режимы резания авиационных материалов. НИАТ, труды института, № 281, 1969. С. 29.

115. **Крянин И. Р.** Металлы для гидротурбин. М.: Машиностроение. 1969. 232 с.

116. **Крянин И. Р., Бабушкина Г. И., Дегтярев А. Ф.** Особенности отпуска нержавеющей стали 0Х12НДЛ // Труды ЦНИИТМАШ, № 112. М. 1973. С. 41 – 45.

117. **Крянин И. Р., Бабушкина Г. И.** Высокопрочная нержавеющая сталь для крупных отливок атомного машиностроения // Труды ЦНИИТМАШ, № 150. М. 1979. С. 5 – 12.

118. **Крянин И. Р., Дубровский А. М.** Технологические особенности производства литья из нержавеющей стали 00Х12Н3ДЛ // Труды ЦНИИТМАШ, № 150. М. 1979. С. 37 – 45.

119. **Кузнецов Е. В., Токарева Т. Б., Старостин Ю. Д.** Влияние гелия на коррозионно-механические свойства конструкционных материалов для теплообменного оборудования ВТГР. Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение. Сб. научных работ ХФТИ. Харьков, 1991. Вып. 3(57). С. 50 – 53.

120. **Кузнецов Е. В., Чечель Л. А., Школьникова Б. Э.** Жаростойкая, жаропрочная аустенитная хромомарганцевая сталь для труб поверхностей нагрева котлоагрегатов. Изобретатели - машиностроению, 2000. № 2. С. 57.

121. **Кузнецов Е. В., Чечель Л. А., Максимов А. И., Рябченков А. В.** Механизм высокотемпературной коррозии в продуктах сгорания серосодержащих топлив. Влияние минеральной части энергетических топлив на условия работы паровых котлов. Тезисы докладов IV Всесоюзной конференции, т. III. Секция 2, Таллин, 1986. С. 70 – 76.

122. **Ларионов В. Т., Семенов Я. С.** Физические основы вязкохрупкого перехода низколегированных сталей и сплавов железа. Новосибирск: Наука, 1992. 170 с.

123. **Левин Е. Е.** Металловедение и термическая обработка металлов, 1966, № 1. С. 25.

124. **Лейкин И. М., Черпашкин В. Г.** Низколегированные строительные стали. М.: Металлургиздат, 1952. 395 с.

125. **Лейкин И. М.** и др. Производство и свойства низколегированных сталей. М.: Металлургия, 1972. 256 с.

126. **Либерман П. Я., Пейсихис М. И.** Справочник по свойствам сталей, применяемых в котлотурбостроении / Под. ред. А. А. Канаева. 2-е изд. М.; Л.; Машиностроение, 1958. 408 с.

127. **Лившиц Л. С., Левин С. М.** Стали для оборудования нефтяной и газовой промышленности: Справочное пособие. М.: Недра, 1995. 287 с.

128. **Литая** сталь для подвижного состава: Сборник статей (Труды всесоюзного научн.-исследоват. ин-та жел.-дор. транспорта. Вып. 130). М.: Гранжелдориздат, 1957. 128 с.

129. **Людвиг А., Прокша Ф.** Международное сопоставление стандартных марок стали: Справочник. М: Издательство стандартов, 1991. 336 с.

130. **Мамонтова Т. А., Никулин Б. А., Плотников Г. Н.** и др. Изготовление отливок из стали 14Х2ГМРЛ // Литейное производство. 1984. № 11. С. 10 – 11.

131. **Манакин А. М.** и др. Крупные стальные отливки. М.: Машиностроение, 1969. 215 с.

132. **Марочник** стали для машиностроения / Науч. ред. И. М. Глезер и А. А. Сорокина М.: ЦНИИТМАШ, 1965. 594 с.

133. **Марочник** сталей, применяемых в станкостроении, 2-е изд., исправ. и доп. М.: ЦБТИ, 1958. 151 с.

134. **Марочник** сталей. М.: ЦБТИ, 1961. 303 с.

135. **Марочник** стали для машиностроения. ЦНИИТМАШ и др. 2-е изд. М.: НИИинформации по машиностроению, 1968. 598 с.

136. **Марочник** сталей и сплавов. 3-е изд., исправл. и доп. / Под ред. И. Р. Крянина, А. А. Астафьева, Г. Н. Алешечкиной М.: ЦНИИТМАШ, 1977. 515 с.

137. **Марочник** сталей, выплавляемых Уралмашзаводом. НИИтяжмаш УЗТМ. Свердловск: УЗТМ, 1975.125 с.

138. **Марочник** сталей и сплавов / В. Г. Сорокин, А. В. Волосникова, С. А. Вяткин и др. Под ред. В. Г. Сорокина. М.: Машиностроение, 1989. 639 с.

139. **Масино М. А., Алексеев В. Н., Мотовилин Г. В.** и др. Автомобильные материалы: Справочник инженера-механика, 2-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1979. 288 с.

140. **Масленков С. Б.** Жаропрочные стали и сплавы: Справочник. М.: Металлургия, 1983. 191 с.

141. **Масленков С. Б., Масленкова Е. А.** Стали и сплавы для высоких температур. Справочник: В 2-х кн. М.: Металлургия. 1991. Кн. 1, 328 с. Кн. 2, 831 с.

142. **Масло Л. Н., Коныпев В. Н.** Термическая обработка калиброванного проката конструкционных сталей и легированной пружинной проволоки после ВТМО. Термическая обработка проката. М.: Металлургия, 1983. С. 75 – 76.

143. **Материалы** в машиностроении. Т. 2. Конструкционная сталь: Справочник / Под ред. И. В. Кудрявцева, Е. П. Могилевского. М.: Машиностроение, 1967. 496 с.

144. **Материалы** в машиностроении. Т. 3. Специальные стали и сплавы: Справочник / Под ред. И. В. Кудрявцева, Ф. Ф. Химушина. М.: Машиностроение, 1968. 446 с.

145. **Материалы** и технология деталей энергомашиностроения / Под ред. Э. Л. Каца. Труды ЦНИИТМАШ, № 216. М. 1990. 85 с.

146. **Матросов Ю. И., Литвиненко Д. А., Голованенко С. А.** Сталь для магистральных газопроводов. М.: Металлургия, 1989. 289 с.

147. **Машиностроение.** Энциклопедия. Том II – 2. Стали. Чугуны / Под ред. О. А. Банных, Н. Н. Александрова. М.: Машиностроение, 2000. 782 с.

148. **Международный** транслятор современных сталей и сплавов / Под ред. В. Я. Кершенбаума. Т. 1, М. Интак, 1992. 1102 с.

149. **Международный** транслятор современных сталей и сплавов / Под ред. В. Я. Кершенбаума. Т. 2, М. Интак, 1992. 556 с.

150. **Международный** транслятор современных сталей и сплавов / Под ред. В. Я. Кершенбаума. Т. 3, М. Интак, 1993. 638 с.

151. **Металл** А, Б, В. Торговые компании и заводы. Справочник. Днепропетровск, ИА "Металл – Курьер", 1996. 60 с.

152. **Металл** А, Б, В. Торговые компании и заводы. Справочник, Днепропетровск, ИА "Металл – Курьер", 3-я редакция, 1999. 288 с.

153. **Металловедение**, вопросы технологии и прочности сталей и сплавов для энергомашиностроения / Под ред. Л. П. Трусова. Труды ЦНИИТМАШ, № 184, М. 1984. С. 143.

154. **Металловедение**. Сталь. Справочник. В 2-х т. / В. Енихе, В. Даль, Г. Ф. Кленер и др. М.: Металлургия, 1995. Т. 1.1. 448 с., Т. 1.2. 335 с., Т. 2.1. 447 с., Т. 2.2. 399 с.

155. **Металловедение** и термическая обработка стали: Справочник / Под ред. М. Л. Бернштейна и А. Г. Рахштадта. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Металлургиздат, 1962. Т. 2. С. 255 -1656.

156. **Металловедение** и термическая обработка. Справочник в 3-х томах. Том 3 / Под ред. М. Л. Бернштейна и А. Г. Рахштадта. М.: Металлургия, 1983. 216 с.

157. **Механическая** обработка деталей из авиационных материалов. Технические рекомендации. ТР – 1.4.729 – 80, НИАТ, 1983. С. 44 – 73.

158. **Миркин И. Л., Трунин И. И.** В сб. "Испытание и свойства жаропрочных материалов". Машгиз, 1957.

159. **Михайлов-Михеев П. Б.** Справочник по металлическим материалам турбино- и моторо-

строения. М. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1961. 838 с.

160. **Мошнин В. Я.** Изыскание стали и разработка режимов термической обработки опорных валков горячей прокатки. Автореферат диссертации, представленной на соискание ученой степени канд. техн. наук. М., 1977.

161. **Немайзер Ю. А., Лешн Е. Е., Хазанов М. С.** и др. Влияние величины зерна на свойства лопаточного жаропрочного сплава ЭИ893 // Труды ЦНИИТМАШ, № 163, М., 1981. С. 106 – 131.

162. **Немзер Г. Г., Аронов М. А.** Исследование теплофизических свойств сталей // Кузнечно-штамповочное производство, 1980. № 3. С. 26 – 30.

163. **Нехендзи Ю. А.** Стальное литье. М.: Металлургиздат, 1948. 525 с.

164. **Никольский Л. А., Золотаревский И. М.** Исследование окалиностойкости (жаростойкости) штамповых сталей // Кузнечно-штамповочное производство. 1976. № 9. С. 9 – 11.

165. **Новые** материалы для энергомашиностроения / Под ред. Е. П. Унксова. Сб. научных работ ЦНИИТМАШ, кн. 100. М.: Машгиз, 1959. 350 с.

166. **Новые** технологические процессы и исследование свойств материалов для энергетического машиностроения / Под ред. З. Н. Петропавловской. Труды ЦНИИТМАШ, № 193, М., 1986.

167. **Нормативы** времени и режимы резания на токарные работы. Серийное производство: Альбом. УЗТМ. Свердловск, 1973.

168. **Нормативы** для технического нормирования работ на карусельных станках. НКМЗ. Краматорск, 1967. С. 52 – 54.

169. **Нормы** расчета на прочность стационарных котлов и трубопроводов пара и горячей воды (РД 10-249- 98). Госгортехнадзор РФ. М. 1998. 105 с.

170. **Общемашиностроительные** нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть I, изд. 2-е. М.: Машиностроение, 1974. С. 41 – 44.

171. **Общесоюзный** классификатор. Промышленная и сельскохозяйственная продукция. Блок марок сталей и сплавов. 177086, М: Металлургия, 1985.

172. **Овсеенко А. Н., Колосков М. М., Кашрский Ю. В.** Разработка банка данных по машиностроительным материалам // Труды ЦНИИТМАШ, № 225, М, 1991. С. 5 – 9.

173. **Оклей Л. Н.** Качество горячекатаных труб. М.: Металлургия, 1986. 143 с.

174. **ОМТРМ** 0056 - 001 - 65. Марочник стали для машиностроения. ЦНИИТМАШ и др. М., *1965. 593 с.*

175. **Осадчий В. А., Шмурыгин Е. Г., Коротченко Н. А.** Информационная база данных по черным и цветным металлам и сплавам. М. Известия ВУЗов. Цветная металлургия, 1996, № 1.

176. **Охрупчивание** конструкционных сталей и сплавов / Под ред. К. Л. Брайента, С. К. Бенерджи. М.: Металлургия, 1988. 551 с.

177. **Перетятько В. Н., Кузнецов А. Ф.** Горячая прокатка листовой нержавеющей стали. Кемерово: Кемеровское книжное издательство, 1989. 254 с.

178. **Пивник Е. М.** Металловедение и термическая обработка металлов. 1966, № 1. С. 9.

179. **Плотников Г. Н., Герасьев М. А.** и др. Высокопрочная хладостойкая сталь для крупных отливок // Литейное производство. 1985. № 3. С. 12 – 13.

180. **Побежимов П. И.** Литейные свойства сталей, применяемых в тяжелом машиностроении // Литейное производство. 1969. № 4. С. 6 – 8.

181. **Побежимов П. И., Авилов И. И., Кудрявцев Г. С.** Применение стали 14Х2ГМР для отливок // Литейное производство. 1969, № 8. С. 9 – 11.

182. **Погодин-Алексеев Г. И., Геллер Ю. А., Рахштадт А. Г.** Металловедение (Методы анализа, лабораторные работы и задачи), 2-е изд., перераб. М.: Оборонгиз, 1956. 427 с

183. **Позняк Л. А.** Инструментальные стали: Справочник. М.: Металлургия, 1977.

184. **Позняк Л. А., Скрынченко Ю. М., Тишаев С. И.** Штамповые стали. М.: Металлургия, 1980. 244 с.

185. **Полищук Ю. М., Хон В. Б.** Теория автоматизированных банков информации, М: Высшая школа, 1989. 184 с.

186. **Полухин В. П.** и др. Надежность и долговечность валков холодной прокатки. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1976. 448 с.

187. **Поляков В. В., Великанов А. В.** Основы технологии производства железнодорожных рельсов. М.: Металлургия, 1990. 415 с.

188. **Попов А. А., Попова Л. Е.** Изотермические и термокинетические диаграммы распада переохлажденного аустенита: Справочник термиста, 2-е изд., исправ. и доп. М.: Металлургия, 1965. 495 с.

189. **Порошковая** металлургия. Материалы, технология, свойства, области применения: Справочник / И. М. Федорченко, И. Н. Францевич, И. Д. Радомысельский и др. Киев. Наукова думка, 1985. 624 с.

190. **Правила** устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды. М.: НПО ОБТ, 1994. 130 с.

191. **Приданцев М. В., Бабанов А. А.** Коррозионно-стойкие стали и сплавы. М.: Металлургия, 1971. 319 с.

192. **Приданцев М. В., Давыдов Л. Н., Тамарина И. А.** Конструкционные стали: Справочник. М.: Металлургия, 1980. 288 с.

193. **Производство** крупных машин. Сборник УЗТМ. М.: Машиностроение, 1974.

194. **Прокопенко А. В.** Влияние низких температур на циклическую прочность конструкционных сталей. Проблемы прочности. Киев. 1978. № 1. С. 56 – 59.

195. **Развитие** науки о резании металлов. Коллектив авторов под общей редакцией Зорева Н. Н. М.: Машиностроение, 1967. С. 243 – 284.

196. **Разработка** и внедрение экономнолегированной стали для крупных поковок. ЦНИИМ.

197. **Разработка** технологии и изготовление опытной партии крупных валков (с диаметром бочки более 1200 мм) из вакуумированных слитков. НИИтяжмаш УЗТМ. Свердловск, 1974. 84 с.

198. **Раузин Я. Р.** Термическая обработка хромистой стали (для подшипников и инструмента). 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машгиз, 1963. 384 с.

199. **Рахштадт А. Г.** Пружинные стали и сплавы, 2-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1971. 496 с.

200. **Рахштадт А. Г.** Пружинные стали и сплавы, 3-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1982. 400 с.

201. **Режимы** резания металлов. Справочник под редакцией Корчемкина А. Д. 4-е изд., перераб. и доп. М. НИИАвтопром. 1995. С. 344 – 353.

202. **Режимы** резания на фрезерные, сверлильные и др. работы на расточных станках. Уралмашзавод, Альбом № 2б, 1966. С. 1 – 6.

203. **Режимы** резания труднообрабатываемых материалов. Справочник / Я. Л. Гуревич, М. В. Горохов и др. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1986. С. 3 – 54.

204. **Романов О. Н.** Вязкость разрушения конструкционных сталей. М.: Металлургия, 1979. 176 с.

205. **РС – 679 – 66**. Сталь конструкционная и коррозионно-стойкая, применяемая в судовом машиностроении в виде поковок, сортового проката и литья. М.: Судостроение, 1967. 104 с.

206. **РТМ 3 – 9 – 70**. Литые конструкционные стали. Физико-механические и технологические свойства. 1970. 148 с.

207. **РТМ 3 – 137 – 71**. Сталь конструкционная: Справочное руководство для конструкторов и технологов, 1973. 268 с.

208. **РТМ 3 – 588 – 74**. Металлы и сплавы: Справочные данные о физико-механических свойствах при различных температурах и условиях нагружения / А. А. Прус, Б. И. Ермолаев. 1975. 85 с.

209. **РТМ 3 – 931 – 76**. Сталь конструкционная: Справочные данные, часть I. 1977. 491 с.

210. **РТМ 2МТ 11 – 1 – 81**. Стали для станков и машин. 1982. 253 с.

211. **Рябченков А. В., Таржуманова В. А., Нестеров В. И.** Влияние связующего огнеупорных масс на жаростойкость материала. Теплоэнергетика, 1987, № 10. С. 61 - 62.

212. **Рябченков А. В., Кузнецов Е. В., Чечель Л. А.** и др. // Перспективные стали для поверхностей нагрева паровых котлов. Теплоэнергетика, 1987, № 7, С. 22 – 25.

213. **Сборник** "Структура и свойства новых жаропрочных материалов" Кн. 105 (ЦНИИТМАШ), Машгиз, 1962.

214. **Свойства** сталей и сплавов, применяемых в котлотурбостроении. Л.: ЦКТИ, 1966. Ч. I, вып. 16. 220 с.

215. **Свойства** сталей и сплавов, применяемых в котлотурбостроении. Л.: ЦКТИ, 1966. Ч. II, вып. 16. 244 с.

216. **Свойства** сталей и сплавов, применяемых в котлотурбостроении. Л.: ЦКТИ, 1967. Ч. III, вып. 16. 180 с.

217. **Семичастная А. В., Алешкин Ф. И.** Влияние температуры на модуль упругости быстрорежущих и штамповых сталей. МиТОМ. 1973. № 3. С. 56 – 58.

218. **Симс Ч., Хагель В.** Жаропрочные сплавы. М.: Металлургия, 1976. 568 с.

219. **Скоробогатых В. Н., Борисов В. П., Щенкова И. А.** Перспективы использования хромистых сталей в теплоэнергетике. Теплоэнергетика, № 5, 1999.

220. **Совершенствование** производства прокатных валков. Реферативная информация. 14-74-2. М.: НИИинформатяжмаш. 1974. 44 с.

221. **Современные** материалы в автомобилестроении: Справочник / В. С. Дорфман, И. И. Летфорд, Э. Н. Либерман и др. М.: Машиностроение, 1977. 271 с.

222. **Соколовский П. И.** Малоуглеродистые и низколегированные стали. М.: Металлургия, 1966, 216 с.

223. **Солнцев Ю. П., Андреев А. К., Гречин Р. И.** Литейные хладостойкие стали. М.: Металлургия, 1991. 176 с.

224. **Солнцев Ю. П., Викулин А. В.** Прочность и разрушение хладостойких сталей. М.: Металлургия, 1995. 256 с.

225. **Солнцев Ю. П., Степанов Г. А.** Конструкционные стали и сплавы для низких температур. М.: Металлургия, 1985, 272 с.

226. **Солнцев Ю. П., Степанов Г. А.** Материалы в криогенной технике: Справочник. Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1982. 312 с.

227. **Сопротивляемость** кавитации особенностей структуры и механических свойств металлов. Научные труды ЦНИИТМАШ. М., 1972. Вып. 101. Исследование металлов для гидротурбин / Научн. ред. И. Р. Крянин С. 28 – 34.

228. **Сорокин В. Г. и. др.** Экономнолегированная сталь для крупных поковок. МиТОМ. 1983. № 6. С. 7 – 11.

229. **Справочник** инструменталыцика / И. А. Ординарцев, Г. В. Филиппов, А. Н. Шевченко и др. Под общ. ред. Ординарцева И. А. Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1987. С. 69 – 89.

230. **Справочник** по авиационным материалам. Т. 1. Конструкционные стали, чугуны и припои / Отв. ред. А. Т. Туманов. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1965. 515 с.

231. **Справочник** по авиационным материалам. Жаропрочные сплавы. Т. III. Коррозионно-стойкие и жаропрочные стали и сплавы / Под ред. А. Т. Туманова. М., 1965. 632 с.

232. **Справочник** по машиностроительным материалам. Т. I. Сталь / Под ред. Г. И. Погодина-Алексеева, Ю. А. Геллера. М.: Машиностроение, 1959. 907 с.

233. **Сравнение** норм отечественных и зарубежных стандартов на марочный состав и свойства легированных конструкционных сталей / Ф. Прокша, Е. С. Савилов, А. Г. Никонов. М., 1975. 154 с. (М-во черной металлургии СССР. Черметинформация).

234. **Стали** для станков и машин. Рекомендации по применению и термической обработке. М.: Кооперативный научно-технический центр "ЭНИКС", 1990. 302 с.

235. **Стали** с ванадием: Обзор / Отв. ред. Н. М. Гольдштейн. М.: Черметинформация, 1967. 117 с.

236. **Стали** с пониженным содержанием никеля: Справочник / Под ред. М. В. Приданцева и Г. Л. Лившица. М.: Металлургиздат. 1961. 200 с.

237. **Стальное** литье. Справочник для мастеров литейного производства / Под ред. Н. П. Дубинина. М.: Машгиз. 1961. 889 с.

238. **СТП 5 – 11.** Конструкционные материалы. ЭЗТМ. Электросталь: ЭЗТМ, 1979. 35 с.

239. **Суперсплавы.** Жаропрочные материалы для аэрокосмических и энергетических установок. М.: Металлургия. 1995. Кн. 1. 384 с. Кн. 2. 384 с.

240. **Сырейщиков В. И., Панфилова Л. М., Подольский Э. П.** и др. Конструкционные высокопрочные ванадийсодержащие стали для машиностроения. Сталь. 1980. № 11. С. 1010 – 1014.

241. **Таблицы** стандартных справочных данных. "Сталь жаропрочная хромистая 10Х9МФБ (ДИ 82-III). Условный предел длительной прочности в диапазоне температур 500 – 610 °С". ГСССД 141 – 89.

242. **Тавер Е. И.** Сб. тр. ВНИИНМАШ. Стандартизация и вопросы экономии материалов. М. 1979, вып. 36.

243. **Ташлицкий Н. И.** Приближенный расчет скоростей течения сталей и хромоникелевых сплавов по их химическому составу // Вестник машиностроения. М.: № 4. 1963, С. 4 – 7.

244. **Тезисы** докладов I Всесоюзного симпозиума "Новые жаропрочные и жаростойкие металлические материалы". Ч. 1 "Жаропрочные сплавы на никелевой основе". М.: 1989. С. 145.

245. **Теплофизические** свойства веществ: Справочник / Под ред. Н. Б. Варгафтика. М. – Л.: Госэнергоиздат. 1956. 367 с.

246. **Теплухин Г. Н.** Термическое упрочнение низкоуглеродистой литой стали. Л.: ЛДНТП, 1982. 18 с.

247. **Термическая** обработка и свойства литой стали. Труды Всесоюзного совещания / Под ред. Н. С. Кращановского. М.: Машгиз. 1955. 356 с.

248. **Термическая** обработка в машиностроении: Справочник / Под ред. Ю. М. Лахтина, А. Г. Рахштадта. М.: Машиностроение, 1980. 783 с.

249. **Технология** производства труб / И. Н. Потапов, А. П. Коликов, В. В. Данченко и др. М.: Металлургия, 1994. 528 с.

250. **Томина С. П., Герасимов В. И., Рябченков А. В.** Свойства суперферритной стали 7П882 и возможные области ее применения // Тяжелое машиностроение, 1992, № 7. С. 33 – 35, 37.

251. **Трощенко В. Т., Сосновский Л. А.** Сопротивление усталости металлов и сплавов: Справочник. Киев: Наукова Думка, 1987. Ч. 1. 505 с. Ч. 2. С. 506 – 1303 с.

252. **Туляков Г. А., Скоробогатых В. Н., Федосеев А. К.** Малоцикловое разрушение литой корпусной стали 15Х1М1ФЛ. 5-ый Всес. симп. по МЦУ. Волгоград, 1987. С. 78 – 80.

253. **Туляков Г. А., Скоробогатых В. Н.** Об оценке долговечности толстостенных элементов давления в теплоэнергетике // Теплоэнергетика. 1987. № 7. С. 2 – 5.

254. **Туляков Г. А., Скоробогатых В. Н., Гриневский В. В.** Конструкционные материалы для энергомашиностроения. М.: Машиностроение. 1991. 240 с.

255. **Туфанов Д. Г.** Коррозионная стойкость нержавеющих сталей: Справочник, 2-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия. 1969. 180 с.

256. **Туфанов Д. Г.** Коррозионная стойкость нержавеющих сталей и чистых металлов: Справочник, 3-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия. 1973. 351 с.

257. **Туфанов Д. Г.** Коррозионная стойкость нержавеющих сталей, сплавов и чистых металлов: Справочник, 4-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия. 1982. 352 с.

258. **Тылкин М. А.** Повышение долговечности деталей металлургического оборудования. М.: Металлургия. 1971. 608 с.

259. **Тылкин М. А.** Прочность и износостойкость деталей металлургического оборудования. М.: Металлургия. 1965. 347 с.

260. **Тылкин М. А.** Справочник термиста ремонтной службы. М.: Металлургия. 1981. 648 с.

261. **Ульянин Е. А.** Коррозионные стали и сплавы: Справочник. М.: Металлургия. 1980. 208 с.

262. **Ульянин Е. А.** Коррозионно-стойкие стали и сплавы: Справочник, 2-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия. 1991. 255 с.

263. **Ульянин Е. А., Сорокина Н. А.** Стали и сплавы для криогенной техники: Справочник. М.: Металлургия. 1984. 205 с.

264. **Физические** величины: Справочник / А. П. Бабичев, Н. А. Бабушкина, А. М. Братковский и др. / Под ред. И. С. Григорьева, Е. З. Мейлихова. М.: Энергоатомиздат, 1991. 928 с.

265. **Физические** свойства сталей и сплавов, применяемые в энергетике: Справочник / Под ред. Б. Е. Неймарк. М. Л. Энергия, 1967. 240 с.

266. **Филинов С. А., Фиргер И. В.** Справочник термиста, 4-е изд., доп. и перераб. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд., 1975. 352 с.

267. **Филиппов М. А., Литвинов В. С., Немуровский Ю. Р.** Стали с метастабильным аустенитом. М.: Металлургия, 1988. 256 с.

268. **Фоминых И. П., Яковенко Р. Ф., Шенгалев В. М.** Влияние отпускной хрупкости на хладостойкость отливок из стали 35ГЛ // Литейное производство. 1969. № 8. С. 40 — 41.

269. **Химушин Ф. Ф.** Жаропрочные и теплоустойчивые стали и сплавы для газовых турбин. Изд. АН СССР, 1955.

270. **Химушин Ф. Ф.** Жаропрочные стали и сплавы. М.: Металлургия, 1969. 750 с.

271. **Химушин Ф. Ф.** Легирование, термическая обработка и свойства жаропрочных сталей и сплавов. М.: Оборонгиз, 1962. 336 с.

272. **Химушин Ф. Ф.** Нержавеющие стали. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1967. 798 с.

273. **Холоднокатаные** электротехнические стали: Справочник / Б. В. Молотилов, Л. В. Миронов, А. Г. Петренко и др. / Под ред. Б. В. Молотилова. М.: Металлургия, 1989. 168 с.

274. **Шульте Ю. А., Волчок Т. П., Пинчук Е. И.** и др. Хладостойкие экономнолегированные стали // Литейное производство. 1969. № 9. С. 4 — 5.

275. **Штамповые** материалы. Обработка и применение: Сб. статей / Под ред. Н. Т. Деордиева, Г. П. Большакова. М.: Машиностроение, 1968. 143 с.

276. **Штамповые** стали, состав, свойства, термическая обработка: Сб. статей / Под ред. Н. Т. Деордиева, Л. А. Позняка. М.: Машиностроение, 1964. 128 с. (ЭНИКМАШ. Вып. 9).

277. **Яковлев И. И.** Физико-технические основы создания хладостойких конструкционных материалов на основе железа с заданным комплексом свойств. Якутск: Якутский научный центр Сибирского отд. РАН, 1994. 194 с.

СПРАВОЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**Колосков Михаил Михайлович, Долбенко Евгений Тихонович,
Каширский Юрий Всеволодович**

МАРОЧНИК СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ

Редакторы: *И.Н. Жестикова, П.Е. Клейзер, С.М. Макеева*
Художественный редактор *Т.Н. Галицына*
Корректор *Е.М. Нуждина*

Лицензия ЛР № 080003 от 12.09.96 г.

Сдано в набор 23.11.00.	Подписано в печать 19.03.01.	Формат 84×108/16.	Бумага офсетная.
Гарнитура Times ET.	Печать офсетная.	Усл. печ. л. 70,56.	Усл. кр-отт. 70,56.
Уч.-изд. л. 80,0.	Тираж 3000 экз.	Заказ 393	

Издательство "Машиностроение", 107076, Москва, Стромынский пер., 4.

Оригинал-макет подготовлен в Издательско-полиграфическом центре
Тамбовского государственного технического университета и в ЦНИИТМАШе.

Отпечатано в ОАО "Типография "Новости".
107005, Москва, ул. Фридриха Энгельса, 46.